

PREPARATION AND CHARACTERIZATION THE NON-SULFIDED METAL CATALYST: Ni/USY and NiMo/USY

Preparasi dan Karakterisasi Katalis Logam Tak Tersulfidasi : Ni/USY dan NiMo/USY

Khoirina Dwi Nugrahaningtyas^{1*}, Wega Trisunaryanti¹, Triyono¹, Nuryono¹, Dian Maruto
Widjonarko², Ari Yusnani², and Mulyani²

¹ Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Gadjah Mada University, Indonesia

² Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sebelas Maret State University, Surakarta

Received January 12, 2009; Accepted June 9, 2009

ABSTRACT

The two-new catalysts had been prepared by using the impregnation method according to Nugrahaningtyas [6] and Li [4]. One catalyst is of Nickel (Ni), supported on Ultra Stable Zeolite Y (USY), whereas the other one is NiMo supported on same supporting agent. These new catalysts are expected to be more effective when applied on the hydrotreatment reaction in standpoint of its capabilities on removing the unwanted-heteroatom.

Characterization those two types of catalysts then carried out by using the criteria of acidity, porosity and, metal content. The result shows that these non-sulfide catalysts have several good characters that supporting their usefulness in hydrotreatment-catalytic reaction. In addition, catalyst NiMo/USY - 1 performs many ideal criteria as the best functional catalyst.

Keywords: Non-sulfided Catalyst, hydro-treating, preparation, characterization

PENDAHULUAN

Katalis untuk reaksi *hydrotreatment* berperan penting dalam industri minyak bumi [1]. Reaksi *hydrotreatment* tersebut bertujuan untuk menghilangkan pengotor berupa sulfur, nitrogen, maupun logam dari minyak bumi. Hal ini bermanfaat untuk mencegah kontaminasi lanjut katalis-katalis yang digunakan dalam proses katalitik reforming maupun perengkahan, sekaligus untuk meningkatkan kualitas dari produk dan mengurangi emisi polusi udara dari produk-produk bahan bakar yang dihasilkan.

Terjadinya krisis energi pada dekade ini memaksa industri petroleum untuk mengolah sumber minyak dengan kualitas rendah, yaitu yang mempunyai kandungan sulfur, nitrogen, maupun logam cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan katalis *hydrotreatment* yang lebih efektif untuk menghilangkan pengotor-pengotor tersebut. Salah satu jenis katalis *hydrotreatment* yaitu katalis hidrodessulfurisasi (HDS) sudah mulai banyak dikaji [1,3,5,7]. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas katalitik tertinggi dicapai pada kombinasi berbagai logam dengan pengemban yang menghasilkan katalis dengan berbagai macam fungsi. Hal ini terjadi karena efek sinergis dari gabungan logam-logam tersebut dengan pengembannya. Namun begitu efek inhibisi dari logam lain yang ditambahkan juga dapat terjadi, tergantung karakter dari masing-masing logam yang digabung.

Reaksi HDS di industri minyak bumi biasanya menggunakan katalis sulfida NiMo/Al₂O₃ dan CoMo/Al₂O₃. Di sisi lain, reaksi menggunakan kedua jenis katalis mempunyai kelemahan bahwa reaksinya hanya spesifik untuk jenis reaksi HDS. Hal tersebut karena Al₂O₃ yang digunakan sebagai pengemban bersifat inert dalam arti tidak ikut menyumbangkan situs aktif dalam reaksi katalitiknya.

Penggantian Al₂O₃ dengan *Ultra stable Y zeolite* (USY) sebagai pengemban akan memberikan sifat katalitik yang lebih kompleks. Situs asam dari USY berfungsi sebagai situs aktif bagi reaksi-reaksi hidrogenasi dan dehidrogenasi, sehingga gabungan antara logam NiMo dengan pengemban USY akan menghasilkan katalis yang bersifat multifungsional. Dengan katalis multifungsional ini maka berbagai jenis reaksi katalitik yang terpisah dapat digabungkan sehingga lebih mengefisiensikan proses produksi.

Li *et al.* [4] telah meneliti efek berbagai pengemban terhadap aktivitas *hydrotreatment*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis NiMo sulfida dengan pengemban USY memberikan aktivitas terbaik dibanding katalis sejenis dengan pengemban NaY, mordenit, maupun ZSM-5. Penggunaan NiMo sulfida dalam penelitian tersebut diduga akan menyebabkan masalah tersendiri dalam hal penghilangan sulfurnya. Penggantian NiMo sulfida dengan bentuk logamnya menjadi sesuatu hal yang menarik untuk dikaji,

* Corresponding author.

Email address : khoirinadwi@yahoo.com

terutama untuk menghasilkan bahan bakar ramah lingkungan.

Merujuk penelitian [4] tersebut, maka dalam penelitian ini digunakan USY sebagai pengembannya. Variasi logam yang diimbangkan bermanfaat untuk mengkaji pengaruh masing-masing logam terhadap karakter katalis. Dikaji pula pengaruh variasi konsentrasi logam terhadap karakter katalis yang dihasilkan.

METODE PENELITIAN

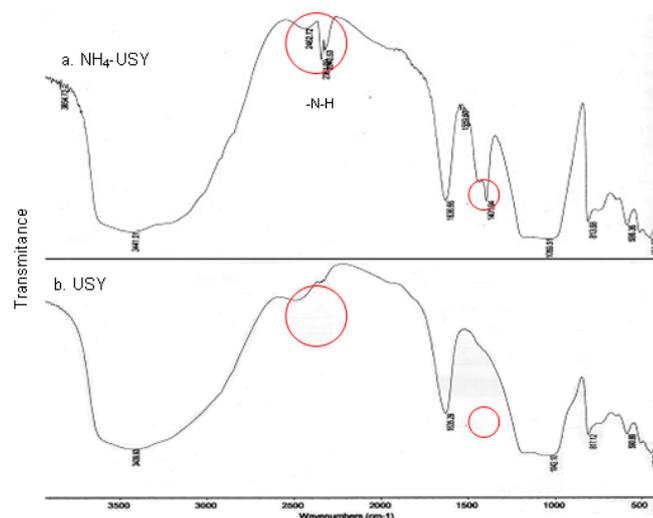
Katalis NH_4 -USY yang diperoleh dari Tosoh Inc. Japan dikalsinasi selama 1 jam sehingga diperoleh USY. Selanjutnya dilakukan sintesis katalis monometal Ni/USY dan bimetal NiMo/USY.

Pada sintesis katalis monometal Ni/USY larutan garam logam yang digunakan adalah Nikel (II) Nitrat Hexahidrat $[(\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O})]$ (p.a. E. Merck) secara impregnasi basah sesuai prosedur Nugrahaningtyas [6]. Adapun sintesis katalis bimetal NiMo/USY merujuk pada prosedur dari Li [4]. Masing-masing proses sintesis dilanjutkan proses kalsinasi, oksidasi dan reduksi tetapi tanpa sulfidasi.

Seluruh katalis dikarakterisasi kristalinitasnya dengan Difraktometer sinar-X (Philips model MMCR), kandungan logam dengan AAS (Perkin Elmer), keasaman total dengan metode adsorpsi amonia, dan luas permukaan, volume pori total serta rerata jejari pori dengan metode BET menggunakan alat surface area analyzer (NOVA data Analysis package Ver.200).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas katalis dipengaruhi oleh struktur dan sifat kimia dari katalis itu sendiri. Pada katalis *hydrotreatment*, khususnya hidrodesulfurisasi, aktivitasnya sangat dipengaruhi oleh keasaman dari katalis tersebut. Semakin tinggi keasaman katalis, maka semakin besar pula aktivitasnya. Selain itu tingkat dispersi yang tinggi mempengaruhi aktivitas dalam hal penyebaran situs aktifnya. Tingkat dispersi katalis dapat dilihat dari banyaknya kandungan logam maupun luas permukaan katalisnya. Kandungan logam yang besar serta luas permukaan katalis yang besar pula mencerminkan tingkat dispersi yang tinggi. Berdasarkan asumsi tersebut, maka karakterisasi katalis yang dihasilkan dalam riset ini diutamakan pada karakter keasaman, kandungan logam maupun luas permukaannya. Data-data pendukung lain adalah difragtogram XRD, volume pori total, rerata jari-jari pori serta SEM. Berikut analisa karakter masing-masing katalis dengan terlebih dahulu diuraikan karakter pengembannya.

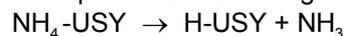


Gambar 1. Spektra FTIR a. NH_4 -USY, b. USY

Karakter sampel USY

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah USY yang berasal dari Tosoh Jepang. Perlakuan awal yang dilakukan untuk menghilangkan NH_3 dengan cara melakukan pemanasan (kalsinasi) pada suhu 550°C .

Reaksi yang terjadi pada proses kalsinasi tersebut dapat dituliskan sebagai berikut:

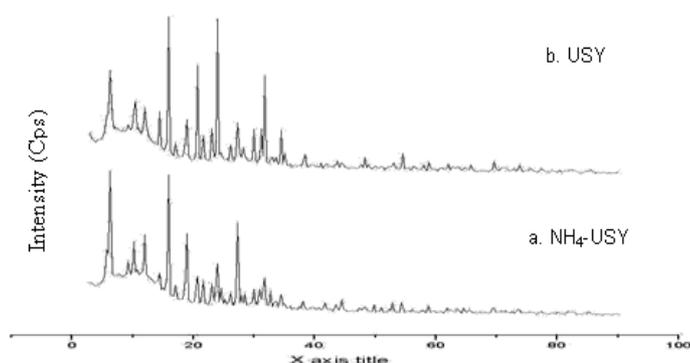


Proses kalsinasi juga berfungsi untuk mendekomposisi pengotor organik tanpa merusak struktur USY.

Komposisi dan sifat awal USY dapat diidentifikasi dengan FT-IR dan XRD. Spektra FT-IR kerangka USY disajikan pada Gambar 1. Kedua sampel memiliki gugus fungsi khas yang menunjukkan jenis USY. Sampel NH_4 -USY menunjukkan puncak-puncak spektra khas penyusun kerangka USY yaitu pada bilangan gelombang $458,19\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan mode tekuk Si-O dan Al-O; puncak spektra pada bilangan gelombang $586,35\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi eksternal cincin ganda D4R atau D6R yang sesuai dengan kerangka USY yaitu kerangka berbentuk cincin kerangka 6; puncak spektra pada bilangan gelombang $813,77\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya rentangan simetri $-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-$ dan $-\text{O}-\text{Al}-\text{O}-$; puncak spektra pada $1031,17\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya rentangan asimetri $-\text{O}-\text{Si}-\text{O}-$ dan $-\text{O}-\text{Al}-\text{O}-$. Puncak spektra $3437,50\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan getaran ulur O-H dari gugus Si-OH dan Al-OH. Adanya ammonium pada NH_4 -Zeolit Y ditunjukkan oleh serapan pada bilangan gelombang 2463 cm^{-1} yang merupakan vibrasi tekuk gugus $-\text{N}-\text{H}$ dari amina primer (NH_3) dan pada daerah dekat 1429 cm^{-1} yang merupakan pita tekukan NH_4^+ [2]. Adanya spektra pada bilangan gelombang ter

Tabel 1. Karakter pengemban yang digunakan dalam penelitian ini

	NH ₄ -USY	USY
Kandungan faujasit (% b/b)	92,949	94,087
Nilai basal spacing (d/Å°)		
d ₁	13,923	13,744
d ₂	5,591	5,558
d ₃	3,726	3,709
Keasaman (mmol/g)	2.9	5.661
Luas permukaan (m ² /g)	237.769	409.285
SiO ₂ (% b/b)	60,09	60,09
Al ₂ O ₃ (% b/b)	15,16	15,16
NiO (% b/b)	0,16	0,16
MoO ₃ (% b/b)	0,42	0,42
Volume pori total (x 10 ⁻³ cm ³ /g)	111.346	207.785
Rerata jejari Pori (Å)	9.366	10.153

**Gambar 2.** Difraktogram XRD a. NH₄-USY , b. USY

sebut menunjukkan bahwa zeolit yang digunakan merupakan zeolit Y dalam bentuk NH₄-Zeolit Y.

Pada sampel kedua tidak memperlihatkan serapan pada bilangan gelombang 3100-2000 cm⁻¹ yang merupakan vibrasi tekuk gugus -N-H dari amina primer (NH₃) dan pada daerah dekat 1429 cm⁻¹ yang merupakan pita tekukan NH₄⁺. Berdasarkan spektra tersebut membuktikan bahwa dengan proses kalsinasi pada suhu 550 °C dapat menghilangkan NH₃ dari zeolit sehingga menghasilkan H-USY (selanjutnya disebut USY).

Analisis XRD terhadap USY dilakukan secara kualitatif untuk mengetahui jenis mineral yang menyusun USY dengan mencocokkan harga d sampel dengan data standar *JCPDS Powder Diffraction File* serta secara kuantitatif untuk mengetahui persentase mineral penyusun zeolit. Hasil analisis komposisi mineral faujasit disajikan pada Tabel 1 dan difraktogram pada Gambar 2.

USY hasil kalsinasi menunjukkan tiga puncak utama pada 13,744 Å°; 5,558 Å° dan 3,709 Å° dengan masing-masing intensitasnya 100, 86 dan 77. Pergeseran d yang nampak cukup besar dibandingkan dengan NH₄-USY, hal ini karena keluarnya molekul NH₃

yang disebabkan proses kalsinasi pada suhu yang cukup tinggi yaitu 550 °C.

Berdasarkan analisa Tabel 1, terlihat bahwa pola d menurun dari sampel pertama dan kedua (d Sampel₁ > d Sampel₂). Hal tersebut berkaitan dengan penataan ulang molekul-molekul pada pori-pori zeolit. Pada sampel₂ penurunan yang besar berhubungan dengan efek keluarnya NH₃ dari pori-pori zeolit sehingga unit-unit sel mengkerut dan menurunkan jarak d.

Berdasarkan kandungan logam (Tabel 1), menunjukkan bahwa dalam kaitannya dengan fungsinya sebagai katalis maka kandungan logam Ni dan Mo dalam USY tersebut masih sangat rendah. Kandungan logam tersebut perlu ditingkatkan untuk menaikkan aktivitas katalitiknya. Pengembanan logam Ni dan Mo ke dalam pori USY diharapkan dapat meningkatkan situs aktifnya, sehingga proses adsorpsi molekul reaktan pada proses katalitik berlangsung efisien.

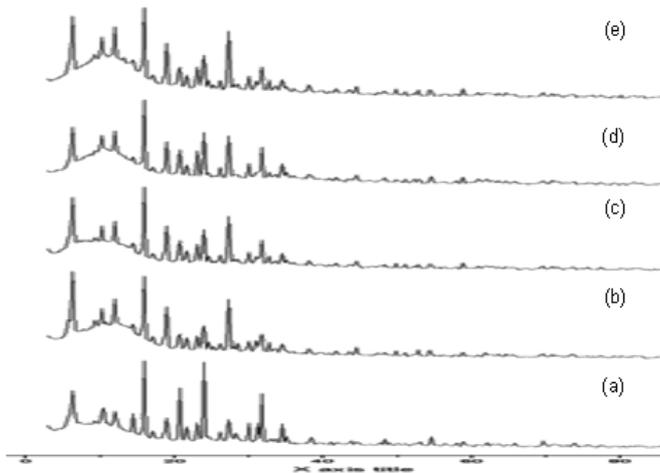
Berdasarkan sifat keasamannya (Tabel 1), diketahui keasaman USY meningkat sebesar 0,650 mmol/g setelah mengalami proses aktivasi. Peningkatan nilai keasaman disumbangkan oleh ion H⁺ dari USY. Ion H⁺ pada kerangka USY dihasilkan melalui proses kalsinasi NH₄-USY menjadi USY dengan melepas gas NH₃.

Perlakuan kalsinasi terhadap NH₄-USY menghasilkan USY menyebabkan peningkatan luas permukaan spesifik, volume total pori dan rerata jejari pori. Hal ini diakibatkan oleh lepasnya molekul-molekul NH₃ sehingga pori-pori USY akan terbuka. Terbukanya pori USY menyebabkan semakin meningkatnya luas permukaan spesifik, volume total pori dan rerata jejari pori USY.

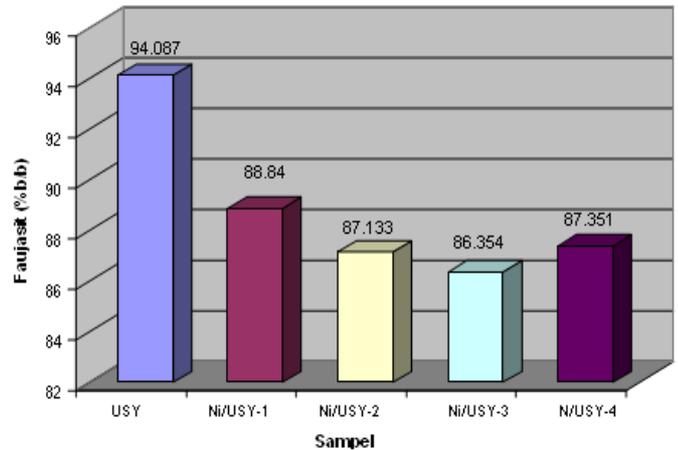
Karakter Katalis Monometal Ni/ USY

Stabilitas Kristalinitas dan Komposisi Mineral

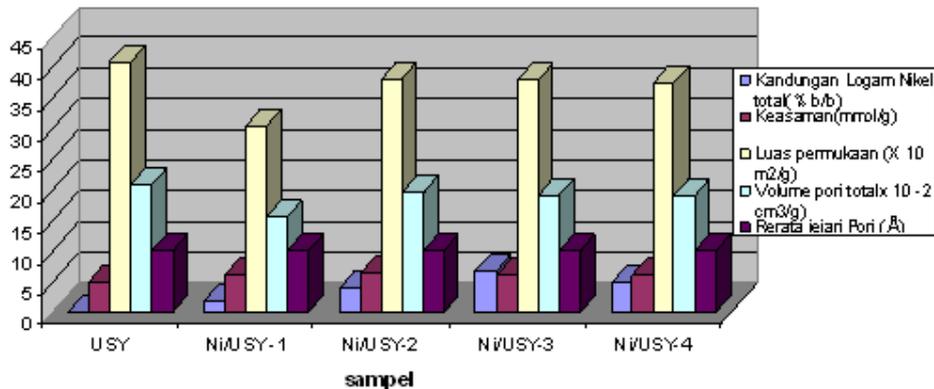
Analisis XRD dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis ini untuk memastikan struktur zeolit dapat dipertahankan dan kandungannya tidak mengalami banyak perubahan selama proses preparasi katalis. Stabilitas kristalinitas zeolit dapat diketahui dengan membandingkan d sebelum dan sesudah proses pengembanan, dimana diharapkan terjadi pergeseran yang tidak terlalu jauh antara d awal dan d setelah pengembanan. Adanya pergeseran d juga menunjukkan bahwa logam Ni telah teremban di dalam pori zeolit sehingga menyebabkan jarak antar kisi zeolitnya akan bertambah. Analisis dengan XRD pada sampel katalis monometal Ni/USY untuk masing-masing variasi konsentrasi logam dilakukan setelah katalis Ni/USY direduksi. Data difraktogram untuk masing-masing variasi konsentrasi logam pada katalis Ni/USY ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Difraktogram Katalis Ni/USY ; (a). USY (b). Ni/USY-1, (c). Ni/USY-2, (d).Ni/USY-3, (e). Ni/USY-4



Gambar 4. Diagram Batang Kandungan Faujasit Katalis Ni/USY



Gambar 5. Diagram batang karakter katalis Ni/USY

Berdasarkan Gambar 3, terlihat bahwa dalam tahap preparasi katalis Ni/USY, pola difraktogram yang dihasilkan untuk semua jenis sampel relatif sama dengan USY awal. Hal ini menunjukkan bahwa struktur USY tidak mengalami kerusakan selama tahapan sintesis. Perubahan hanya terjadi dengan adanya pergeseran d dan perubahan intensitas yang menunjukkan bahwa logam Ni telah masuk ke dalam pori USY yang menyebabkan intensitasnya berubah. Berdasarkan hasil analisis dengan XRD menggunakan standar JCPDS *Power Diffraction File* logam Ni diketahui sampel mempunyai puncak pada harga d yang bersesuaian dengan logam Ni (2,033; 1,176; 1,255). Hal tersebut menunjukkan bahwa logam Ni telah masuk ke dalam pori USY dalam bentuk logamnya.

Analisis secara kuantitatif dilakukan untuk mengetahui komposisi mineral masing-masing sampel. Hasil perhitungan kandungan mineral kandungan mineral faujasit tersebut ditunjukkan diagram batang pada Gambar 4. Kandungan faujasit menurun dengan makin besarnya kandungan logam Ni. Logam Ni dapat menutupi bidang kristal USY sehingga intensitas pada

beberapa harga d mengalami penurunan relatif terhadap total sampel.

Kandungan Logam, Keasaman, dan porositas

Banyaknya logam yang teremban dalam padatan USY, keasaman dan porositas disajikan pada Gambar 5. Hasil analisis pada Gambar 5 menunjukkan kandungan logam Ni mulai dari katalis Ni/USY-1 sampai dengan Ni/USY-3 mengalami kenaikan dan mencapai maksimum serta turun pada katalis Ni/USY-4. Hal ini menunjukkan bahwa katalis Ni/USY-3 mempunyai nilai maksimum dalam mengadsorpsi logam Ni ke pori USY. Meskipun konsentrasi ditambah ternyata pori zeolit tidak mampu mengadsorpsi lagi. Fenomena ini dimungkinkan karena faktor rintangan sterik. Semakin besar konsentrasi logam dalam larutan prekursor menghasilkan halangan sterik yang semakin tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa ion-ion logam dalam prekursor yang mempunyai konsentrasi sangat tinggi akan lebih sulit teremban ke dalam pori, karena terjadi persaingan ion-ion logam untuk dapat berdifusi ke dalam pori USY. Ada kemungkinan pada

konsentrasi yang terlalu tinggi, ion logam Ni saling berdesakan yang dapat menghalangi mulut pori. Akibatnya, logam Ni yang lolos dan berdifusi ke dalam pori zeolit lebih sedikit.

Hasil analisis keasaman katalis menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi menyebabkan kenaikan harga keasaman dibandingkan USY awal. Dimana Ni/USY-2 memberikan keasaman yang terbesar. Hal ini dikarenakan logam Ni yang teremban dalam pori zeolit memiliki elektron tidak berpasangan pada orbital d-nya. Elektron ini yang berperan efektif sebagai akseptor pasangan elektron dari basa absorbatnya. Logam Ni mampu menyumbangkan situs asam Lewis sehingga memberikan kontribusi meningkatkan keasaman katalis. Namun demikian, ternyata konsentrasi Ni/USY-2 memiliki nilai keasaman terbesar dibandingkan dengan katalis Ni/USY yang lain.

Jika dilihat kandungan logam Ni, pada Ni/USY-3 memberikan kandungan yang terbesar. Namun ternyata nilai keasaman katalis Ni/USY-2 lebih besar dibandingkan Ni/USY-3. Hal ini berhubungan dengan proses pengembangan. Banyaknya logam yang teremban akan memberikan keasaman yang besar jika didukung dengan distribusi yang merata. Penumpukan logam pada suatu tempat dalam pori zeolit menyebabkan situs asam lewis dari logam tidak mampu mengabsorpsi basa dari uap amonia. Akibatnya, meskipun logam yang teremban besar namun keasamannya lebih kecil. Namun demikian secara umum, kenaikan konsentrasi prekursor logam menaikkan nilai keasaman dibandingkan dengan USY awal dan untuk setiap kenaikan konsentrasi berikutnya memberikan nilai keasaman yang relatif sama untuk semua variasi konsentrasi.

Analisis dengan metode *BET* menunjukkan semua katalis hasil pengembangan logam Ni menghasilkan luas permukaan spesifik lebih kecil dibandingkan dengan USY awal. Pada sampel-sampel tersebut dimungkinkan mengalami distribusi logam Ni yang tidak merata pada permukaan katalis (terjadi *sintering*). Luas permukaan dan volume total pori terbesar dihasilkan sampel Ni/USY-2. Hal ini berkaitan dengan fenomena impregnasi, konsentrasi logam Ni yang relatif tinggi mengakibatkan kompetisi antara ion satu dengan yang lain pada mulut pori. Akibatnya terjadi akumulasi pada satu tempat dan menutup mulut pori dan saluran pori, sehingga jumlah Ni yang relatif banyak tidak meningkatkan luas permukaan spesifik sampel. Saluran pori yang tertutup logam menjadi lebih dangkal sehingga volume total pori menjadi lebih kecil. Fenomena ini kemungkinan yang terjadi pada pengembangan logam Ni untuk semua konsentrasi. Rerata jejari pori semua sampel menunjukkan peningkatan dibanding USY. Peningkatan rerata jejari pori kemungkinan diakibatkan oleh terbentuknya pori eksternal yang cukup besar. Peningkatan rerata jejari pori dapat juga diakibatkan

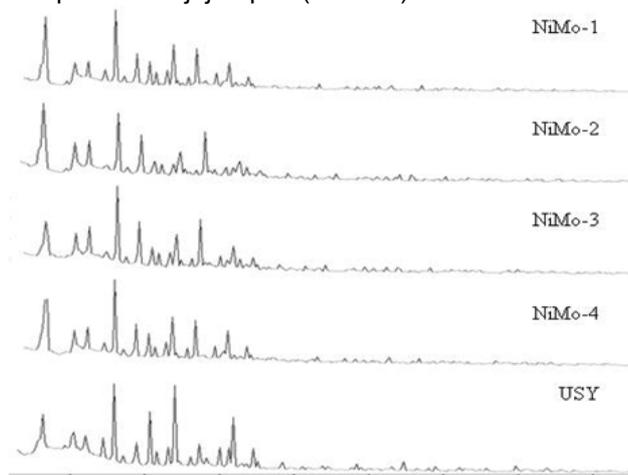
karena logam Ni terakumulasi pada pori-pori kecil atau pada mulut pori kecil sehingga dapat menutupi pori. Akumulasi logam Ni pada pori kecil atau mulut pori menyebabkan pori yang terukur setelah logam Ni terimpregnasi hanya pori-pori yang lebih besar yang tidak ditempati logam.

Secara umum, peningkatan konsentrasi prekursor menaikkan luas permukaan spesifik dan volume pori dari Ni/USY-1 ke Ni/USY-2 dan pada katalis yang lain menunjukkan nilai yang relatif sama.

Berdasarkan analisa Gambar 5, terlihat bahwa kenaikan konsentrasi prekursor pada pengembangan logam Ni ke dalam USY menghasilkan peningkatan kandungan logam Ni diikuti peningkatan keasaman, luas permukaan spesifik, volume pori dan rerata jejari pori. Peningkatan karakter katalis ditunjukkan pada katalis Ni/USY-2 yang relatif lebih baik dari katalis Ni/USY-1. Kenaikan konsentrasi selanjutnya baik pada katalis Ni/USY-3 maupun Ni/USY-4 menunjukkan karakter yang relatif sama. Katalis Ni/USY-2 dengan kandungan logam yang relatif lebih kecil dibanding Ni/USY-3 namun memiliki keasaman yang terbesar dan luas permukaan yang besar. Sehingga Ni/USY-2 dapat dijadikan katalis yang baik.

Karakter katalis NiMo/USY

Hampir mirip dengan dengan katalis Ni/USY, katalis NiMo/USY juga tidak mengalami kerusakan kristal setelah proses pengembangan (Gambar 6). Namun begitu, pada katalis NiMo/USY keasamannya semakin menurun dengan bertambahnya konsentrasi logam teremban (Tabel 2), lebih rendah daripada keasaman dari USY. Diketahui pula bahwa NiMo/USY-1 yang mempunyai keasaman yang lebih tinggi daripada USY. Disamping itu, bertambahnya konsentrasi logam yang teremban tidak diikuti dengan peningkatan luas permukaan katalis, volume pori total, maupun rerata jejari pori (Tabel 2).



Gambar 6. Difragtogram XRD katalis NiMo/USY

Tabel 2. Karakter katalis bimetal NiMo/USY

	NiMo-1	NiMo-2	NiMo-3	NiMo-4
Keasaman (mmol/g)	6,255	5,226	4,539	5,363
Luas permukaan (m ² /g)	397	159	331	191
NiO (% b/b)	1,47	2,46	3,70	4,71
MoO ₃ (% b/b)	9,10	8,88	6,56	9,57
Volume pori total (x 10 ⁻³ cm ³ /g)	193	14	111	59
Rerata jejari pori (Å)	10	2	7	6

Keadaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut; pada konsentrasi Ni rendah, terjadi dispersi logam teremban relatif lebih merata dibandingkan katalis dengan konsentrasi logam teremban tinggi. Hal ini ditandai sedikitnya penurunan luas permukaan katalis dibandingkan sebelum pengembunan (USY). Dispersi yang merata tersebut memungkinkan logam Ni untuk menyumbangkan situs aktifnya yaitu situs asam Lewis. Oleh karena itu pada NiMo/USY-1 mengalami peningkatan keasaman. Namun begitu, pada katalis ini terjadi sedikit penurunan volume pori total maupun rerata jejari pori. Hal ini disebabkan karena penempelan sebagian logam Ni maupun Mo yang menutup pori-pori katalis.

Pada katalis NiMo/USY yang lain, konsentrasi logam teremban yang terlalu besar menyebabkan terjadinya *sintering* pada katalis. Hal ini terlihat dari berkurangnya luas permukaan katalis, volume pori total maupun rerata jejari pori. Sintering logam terjadi di permukaan luar maupun permukaan dalam katalis, bahkan menutup sebagian besar pori. Keadaan tersebut menyebabkan logam Ni yang teremban tidak dapat dengan leluasa menyumbangkan situs asamnya. Dapat disimpulkan bahwa bertambahnya logam teremban tidak meningkatkan sifat keasaman katalis.

Hasil analisis terhadap karakter katalis monometal Ni/USY dan bimetal NiMo/USY diperoleh bahwa pada konsentrasi logam Ni yang hampir sama terdapat dua fenomena yang berbeda. Pertama, pada konsentrasi Ni rendah, keasaman dan luas permukaan Ni/USY-1 lebih rendah dari pada katalis bimetal NiMo/USY-1. Kedua, pada konsentrasi Ni yang lebih tinggi, keasaman dan luas permukaan Ni/USY-2 lebih tinggi daripada katalis bimetal NiMo/USY-3. Keadaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut, untuk katalis bimetal NiMo/USY, pada konsentrasi logam Ni rendah tidak terjadi sintering pada permukaan katalis. Adapun pada konsentrasi logam Ni tinggi maka logam total yang ditambahkan cukup banyak dan menyebabkan akumulasi logam pada permukaan katalis yang memicu terjadinya sintering. Keadaan tersebut berbeda dengan katalis monometal Ni/USY karena logam yang ditambahkan hanya Ni saja maka

pada katalis Ni/USY-2 jumlah logam belum terlalu banyak untuk mengalami sintering.

Hasil analisis terhadap kristalinitas maupun distribusi pori menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada semua katalis.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil karakterisasi keseluruhan katalis, maka dapat diambil kesimpulan bahwa : (1) Pada katalis monometal Ni/USY, keasaman dan luas permukaan katalis meningkat dari katalis Ni/USY-1 sampai dengan konsentrasi logam Ni optimum yaitu katalis Ni/USY - 3. (2) Pada katalis bimetal NiMo/USY, keasaman dan luas permukaan katalis menurun dari NiMo/USY - 1 sampai dengan NiMo/USY - 4. (3) Berdasarkan karakter keasaman dan luas permukaannya, katalis bimetal NiMo/USY -1 mempunyai karakter yang terbaik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami haturkan kepada MENRISTEK atas bantuan dana penelitian melalui program insentif Riset Dasar MENRISTEK tahun 2007.

DAFTAR PUSTAKA

1. Absi-Halabi, M., Stanislaus, A, and Al-Dolama, K., 1998, Performance Comparison of Alumina-Supported NiMo, Ni-W and NiMo-W Catalyst in Hydrotreating Vacuum Residue, *Fuel*, 77, 7, 787-790.
2. Hendayana, Sumar., dkk, 1994, *Kimia Analitik Instrumen*, IKIP Semarang
3. Isoda, T., Nagao, S., Ma, X., Korai, Y., and Mochida, I., 1996, *Energy Fuels*, 10, 487-492.
4. Li, D., Xu H., and Guthrie, G.D.Jr., 2000, *J. Catal.*, 189, 281-296.
5. Martinez, M.T., Benito, A.B., Callejas, M.A., and Trasobares, S., 1998, *Energy Fuels*, 12, 365-370.
6. Nugrahaningtyas, K.D., Widjonarko, D.,M., Muhammad F.J.P, and Wijaya, D., 2007,

"Hydrocracking Tir Batubara dengan Katalis Monometal dan Bimetal berbasis Zeolit Alam Aktif", *Prosiding Kongres dan Simposium ke II Masyarakat katalis Indonesia Indonesian Catalyst Society*.

7. Sugioka, M., Kanda, Y., Kobayashi, T., and Uemichi, Y., 2004, *J. Mem. Muroran Inst. Tech.*, 54, 41-46