

## PEMBUATAN KATALIS HYDROTREATING NiMo YANG TAHAN TERHADAP RACUN KATALIS (SILIKA)

Irfan Purnawan dan Siti Muftiyah

irfan.purnawan@ftumj.ac.id, earfun98@gmail.com

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik - Universitas Muhammadiyah Jakarta

**ABSTRAK.** Minyak bumi mengandung pengotor berupa sulfur, nitrogen, oksigen, logam, dan olefin. Pengotor-pengotor tersebut harus dihilangkan melalui proses hydrotreating sebelum minyak bumi diolah lebih lanjut. Salah satu katalis hydrotreating yang umum digunakan adalah NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat katalis NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk hydrotreating dengan umpan berupa coker nafta dan fosfat sebagai aditif. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah impregnasi. Bahan baku yang digunakan yaitu Nikel Nitrat (NiNO<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O), Molybdenum Trioxide (MoO<sub>3</sub>), larutan Amoniak (NH<sub>4</sub>) dan gamma alumina komersial sebagai penyangga. Katalis yang dihasilkan diuji luas permukaannya menggunakan metode Brunauer-Emmet-Teller (BET), sedangkan struktur aktifnya diuji menggunakan XRD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa katalis yang lebih tahan terhadap keracunan silika adalah katalis dengan komposisi 3% Nikel, 5% Molibdenum, dengan penyangga alumina yang telah dikalsinasi pada suhu 600 °C.

*Kata Kunci:* katalis, NiMo, hydrotreating, impregnasi, silika

**ABSTRACT.** Petroleum contains impurities such as sulfur, nitrogen, oxygen, metals, and olefins. These impurities must be removed through the process of petroleum hydrotreating before further processing. One commonly used catalytic hydrotreating is NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. The purpose of this research is to create a catalyst for hydrotreating NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> from coker naphtha and phosphate as an additive. Method used in this study is impregnation. The raw materials used are Nickel Nitrate (NiNO<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O), Molybdenum Trioxide (MoO<sub>3</sub>), ammonia solution (NH<sub>4</sub>) and commercial gamma alumina as a buffer. Tested the resulting catalyst surface area by the Brunauer-Emmet-Teller (BET) method, where the active structure was tested using XRD. The results showed that the catalyst that more resistant to silica poisoning is the catalyst with the composition of 3 % Nickel, 5 % Molybdenum, with alumina buffer calcined at 600 °C.

*Keywords:* catalyst, NiMo, hydrotreating, impregnation, silica

## PENDAHULUAN

Krisis energi dan sumber daya alam yang terjadi pada dekade ini memaksa industri minyak bumi mengolah sumber minyak dengan kualitas rendah dengan kandungan sulfur, nitrogen, maupun logam yang cukup tinggi. Oleh karena itu diperlukan katalis *hydrotreatment* yang lebih efektif untuk menghilangkan pengotor-pengotor tersebut. Katalis *hydrotreatment* berperan penting dalam industri minyak bumi. Aktivitas katalitik dalam *hydrotreatment* bertujuan untuk meningkatkan kualitas minyak, menurunkan kadar nitrogen dan emisi sulfur yang menyebabkan hujan asam (Pacheco, dkk., 2009). 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. Salah satu jenis katalis *hydrotreatment* yaitu katalis hidrosulfurisasi (HDS) yang sudah mulai banyak dikaji.

*Hydrotreating* (HDT) terdiri dari treating fraksi minyak melalui pemberian hidrogen, adanya katalis, dalam kondisi suhu, tekanan, dan waktu tertentu. Jenis katalis yang banyak digunakan dalam proses ini yakni CoMo atau NiMo/ $\gamma$ -alumina yang dapat diproduksi sendiri atau secara komersial (Gutierrez, dkk, 2011). Menurut Tiwari dkk. (2011) katalis NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> memiliki komposisi yang khas untuk katalis *hydrotreating* dengan alumina mesopori sebagai *support* dan aktivitas keasaman yang baik. Namun sisi aktif katalis dapat rusak atau menurun aktivitasnya apabila permukaan katalis tertutup oleh logam (keracunan) seperti kontaminan silika. Kondisi ini dapat menurunkan kemampuan katalis untuk menghilangkan sulfur dan nitrogen dalam proses *hydrotreating* naphta.

Variasi umpan dengan sumber yang berbeda dapat meningkatkan jumlah kandungan silika yang mempengaruhi keaktifan katalis *hydrotreating*, sehingga kinerjanya tidak maksimal. Hasil treatment di kilang biasanya mengandung level kontaminan yang tinggi, yang dapat mempengaruhi fasilitas dan unit proses berikutnya. Kontaminan utama berasal dari degradasi silika yang terjadi dalam bentuk *polydimethylsiloxane* yang biasanya digunakan sebagai additive *antifoam* dalam ekstraksi minyak mentah. Minyak silikon merupakan bahan anti busa/*antifoam* yang sangat efektif untuk industri pengolahan minyak dan gas karena memiliki tegangan permukaan yang rendah, panas yang stabil, *inert* dan tidak larut dalam air. Namun kelebihan silika akan terdekomposisi dalam proses refining dalam bentuk silika gel dan fragment. Endapan silika yang terdapat pada permukaan katalis *hydrotreating* sangat berpengaruh terhadap keaktifan katalis *hydrotreating* dalam proses penghilangan sulfur yang terkandung dalam *feed*. Endapan silika pada permukaan katalis menyebabkan katalis tidak dapat diregenerasi, karena selama proses regenerasi silika akan teradsorpsi secara irreversible pada seluruh permukaan katalis dan selanjutnya akan mereaktivasi sebagian katalis.

## TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat katalis *hydrotreating* NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Katalis yang dihasilkan diharapkan memiliki sifat dan karakteristik yang mendekati atau lebih baik dibandingkan katalis NiMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> komersial, yang dapat terlihat dari nilai Surface area, pore volume dan luas diameter porinya. Selain itu pula komposisi logam Ni dan Mo yang tepat dalam katalis menjadi pertimbangan agar logam aktif tersebut menyebar merata membentuk monolayer sehingga katalis yang telah dibuat dapat bekerja secara optimal. Dengan mengoptimalkan komposisi logam aktif dalam katalis, diharapkan dapat meminimalisir biaya katalis.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Katalis dalam teknologi industri pengolahan minyak bumi

Teknologi perminyakan modern bergantung pada reaksi katalitik untuk menjamin hasil yang tinggi dan kualitas yang baik dari produk-produk seperti bensin, diesel dan bahan bakar jet, heating oil, aromatik dan LPG. Katalis reforming dan hydrocracking menggunakan katalis bifungsional yang memiliki komponen asam dan logam, sedangkan cracking dan isomerisasi memerlukan katalis asam. Reaksi katalitik pada proses *hydrotreating* memindahkan seluruh atau sebagian besar S, N dan O melalui pembentukan H<sub>2</sub>S, NH<sub>3</sub> dan H<sub>2</sub>O.

## Macam-Macam Katalis Dalam Industri Perminyakan

1. Katalis Platforming/Reforming  
Katalis ini digunakan untuk mengubah naphta kualitas rendah dari unit destilasi atmosferik menjadi bahan bakar motor atau komponen gasoline berkualitas tinggi (angka oktan tinggi). Reaksi utamanya adalah dehidrogenasi yaitu mengubah senyawa naphta menjadi aromatik dan komponen penyusunan katalisnya adalah Pt/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Eko M. P., 1994).
2. Katalis Hydrocracking  
Katalis ini digunakan untuk memecahkan alkana menjadi hidrokarbon dengan berat molekul yang lebih kecil dimana proses berlangsung pada kondisi tertentu. Untuk suatu senyawa alkana akan terpecah menjadi hidrokarbon dengan bobot molekul kecil. Proses hydrocracking akan menghasilkan kerak karbon yang menutupi sisi aktif katalis. Temperatur dan tekanan yang tinggi akan meningkatkan proses hydrocracking.

Tahapan yang terjadi pada proses katalitik adalah:

- a. Perpindahan reaktan pada fase cairan ke permukaan luar katalis
- b. Difusi di dalam pori katalis
- c. Adsorpsi reaktan, katalis bekerja dengan cara melekat pada permukaan molekul dan dapat bereaksi karena ada di permukaan substrat
- d. Reaksi di permukaan
- e. Desorpsi produk
- f. Difusi produk ke luar pori
- g. Perpindahan produk dari permukaan katalis ke fasa cairan

## Deaktivasi dan Keracunan Katalis

Deaktivasi katalis adalah penurunan aktivitas katalis yang menyebabkan katalis kehilangan kemampuan optimalnya. Katalis dalam proses pengolahan atau industri petrokimia umumnya lebih cepat mengalami deaktivasi. Semakin cepat katalis terdeaktivasi maka semakin pendek umur katalis dalam mengkatalisis suatu reaksi (Dufresne, 2007). Racun katalis merupakan molekul yang mengandung elemen di mana elemen tersebut memiliki elektron bebas yang dapat digunakan untuk berikatan dengan atom logam pada permukaan. Molekul tersebut melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia (kemisorpsi) dengan katalis (Gates dkk, 1979).

Beberapa kemungkinan penyebab deaktivasi katalis yaitu (Narayanasarma, 2011):

1. Deposit karbon
2. Deposit logam
3. *Poisoning* atau racun katalis.
4. *Sintering*, yaitu penurunan luas permukaan katalis yang disebabkan karena pertumbuhan kristal, biasa terjadi akibat kondisi suhu operasional katalis yang terlalu tinggi. Pembentukan padatan baru secara terus menerus akan memicu terjadinya aglomerasi.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Kalsinasi Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Alumina) pada suhu 600 °C.

Ditimbang sejumlah Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Alumina) ke dalam cawan uap, kemudian masukkan ke dalam furnace. Sampel dipanaskan pada suhu 100 °C selama 1 jam, kemudian dinaikkan suhunya menjadi 600 °C, dipanaskan selama 3 jam dengan kenaikan suhu 5 °C/menit. Setelah furnace kembali ke suhu ruang, angkat cawan, kemudian simpan di dalam desikator.

**Membuat larutan Nikel (Ni):** Ditimbang kristal  $\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sesuai kebutuhan ke dalam beaker gelas yang bersih, kemudian ditambahkan aquadest, aduk hingga larut sempurna.

**Membuat larutan Molibdenum (Mo):** Ditimbang serbuk  $\text{MoO}_3$  sesuai kebutuhan ke dalam beaker gelas yang bersih, kemudian ditambahkan larutan amoniak konsentrasi pekat, aduk hingga  $\text{MoO}_3$  terlarut sempurna.

### Preparasi Katalis

Ditimbang  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (katapal) sesuai dengan bobot yang diinginkan ke dalam *beaker glass* yang bersih, ditambahkan larutan  $\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sedikit demi sedikit ke dalam bahan penyangga *katapal* ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) hingga seluruh katapal terendam. Kemudian campuran tersebut ditambahkan larutan  $\text{MoO}_3$  (larutan akan berubah warna dari hijau menjadi biru). Setelah seluruh larutan logam katalis ditambahkan ke dalam bahan penyangga, dilakukan pengadukan hingga homogen. Kemudian keseluruhan campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu  $120\text{ }^\circ\text{C}$ , sehingga seluruh pelarut menguap. Sampel dikeringkan didalam furnace pada suhu  $110\text{ }^\circ\text{C}$  selama 24 jam, kemudian dilanjutkan dengan kalsinasi pada suhu  $500\text{ }^\circ\text{C}$  selama 4 jam. Katalis siap untuk diuji.

Banyaknya  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , kristal  $\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  dan serbuk  $\text{MoO}_3$  yang diperlukan untuk tiap-tiap komposisi adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi logam Ni dan Mo dalam  $\text{Al}_2\text{O}_3$

No.	Komposisi	$\text{Al}_2\text{O}_3$ (gram)	$\text{NiNO}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (gram)	$\text{MoO}_3$ (gram)
1.	3% Ni, 5% Mo	46	5,8434	3,7508
2.	3% Ni, 7% Mo	45	5,8434	5,2511
3.	3% Ni, 10% Mo	43,5	5,8434	7,5016
4.	3% Ni, 13% Mo	42	5,8434	9,7520
5.	3% Ni, 15% Mo	41	5,8434	11,2523
6.	5% Ni, 5% Mo	45	9.7390	3,7508
7.	5% Ni, 7% Mo	44	9.7390	5,2511
8.	5% Ni, 10% Mo	42,5	9.7390	7,5016
9.	5% Ni, 13% Mo	41	9.7390	9,7520
10.	5% Ni, 15% Mo	40	9.7390	11,2523

Setiap komposisi dibuat sebanyak 50 gram. Selain pembuatan katalis dengan mengkalsinasi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (katapal) pada suhu  $600\text{ }^\circ\text{C}$ , dibuat pula katalis dengan tanpa perlakuan kalsinasi  $\text{Al}_2\text{O}_3$  (katapal) terlebih dahulu sebagai katalis pembanding.

### Pengujian Surface Area, Pore Volume dan Pore Diameter

Metode pengujian mengacu pada UOP-425; ASTM D-3663; D-4222; D-4641 dengan menggunakan alat ASAP 2400.

1. Ditimbang sebanyak  $\pm 0,2$  gram sampel ke dalam tabung sempel yang telah diketahui bobot kosongnya.
2. Tabung berisis sampel dipasang pada alat *degassing*, kemudian dipasang mantel *heater*, seting suhu  $100\text{ }^\circ\text{C}$  dan nyalakan vakum dengan kemampuan *slow*. Sampel didegasing selama 1 jam. Perlakuan ini bertujuan untuk menghilangkan uap air yang terkandung dalam katalis.

3. Setelah 1 jam, naikan setinggian suhu degassing menjadi 300 °C, pindahkan posisi vakum dari kondisi *slow* ke *fast*. Sampel didegasing pada suhu 300 °C selama 5 jam, perlakuan ini ditujukan untuk menghilangkan pengotor-pengotor yang terdapat dalam pori-pori katalis yang dapat mengganggu analisa.
4. Setelah degassing selesai, lepaskan mantel heater, biarkan hingga tabung sempel kembali ke suhu ruang.
5. Setelah suhu tabung sempel kembali kesuhu ruang, timbang tabung berisi sampel, untuk mengetahui bobot sampel setelah degassing.
6. Kemudian tabung sampel dipasang pada alat analisa, dewar analisa diisi dengan Nitrogen cair. Pengujian ini menggunakan medium nitrogen cair untuk mengkondisikan suhu analisa.
7. Kemudian data-data sampel yang meliputi nama sampel dan bobot sampel setelah degassing, dimasukkan ke dalam program computer, dan analisa akan dimulai secara otomatis.
8. Hasil analisa didapat secara otomatis dari computer berupa angka.

#### **Pengujian XRF (X-ray Fluorescence)**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui persentase kandungan logam Nikel dan Molibdenum yang terkandung di dalam katalis.

1. Sampel yang sudah berupa serbuk, dibuat menjadi *press powder* dalam *aluminium cup* dengan bantuan alat *presser*.
2. Sampel yang sudah berupa *press powder* dimasukkan ke dalam tray analisa, kemudia data-data sampel yang mencakup identitas sampel dimasukkan ke dalam program komputer.
3. Hasil analisa didapat secara otomatis dari komputer dalam bentuk %.

#### **Pengujian Temperatur Programmed Reduction (TPR)**

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui Temperatur katalis pada saat tereduksi. Semakin kuat interaksi antara penyangga dan oksida maka suhu reduksi oksida logam akan meningkat (Satterfield, 1991).

1. Ditimbang  $\pm 0,5$  gram sampel katalis ke dalam tabung uji yang telah diketahui bobot kosongnya, dengan *glass woll* sebagai alas sampel.
2. Tabung berisi sampel dipasang pada alat, kemudian dipasangkan mantel heater.
3. Mantel heater diset hingga mencapai suhu 580 °C dengan ramp 5 °C/menit.
4. Hasil analisa didapatkan secara otomatis, yang ditunjukkan oleh grafik yang terekam oleh alat.

#### **Metode Analisa Data**

##### **Variabel Tetap**

Variabel yang ditetapkan pada penelitian ini yakni suhu kalsinasi  $Al_2O_3$  sebelum diimpreg dengan logam aktif.

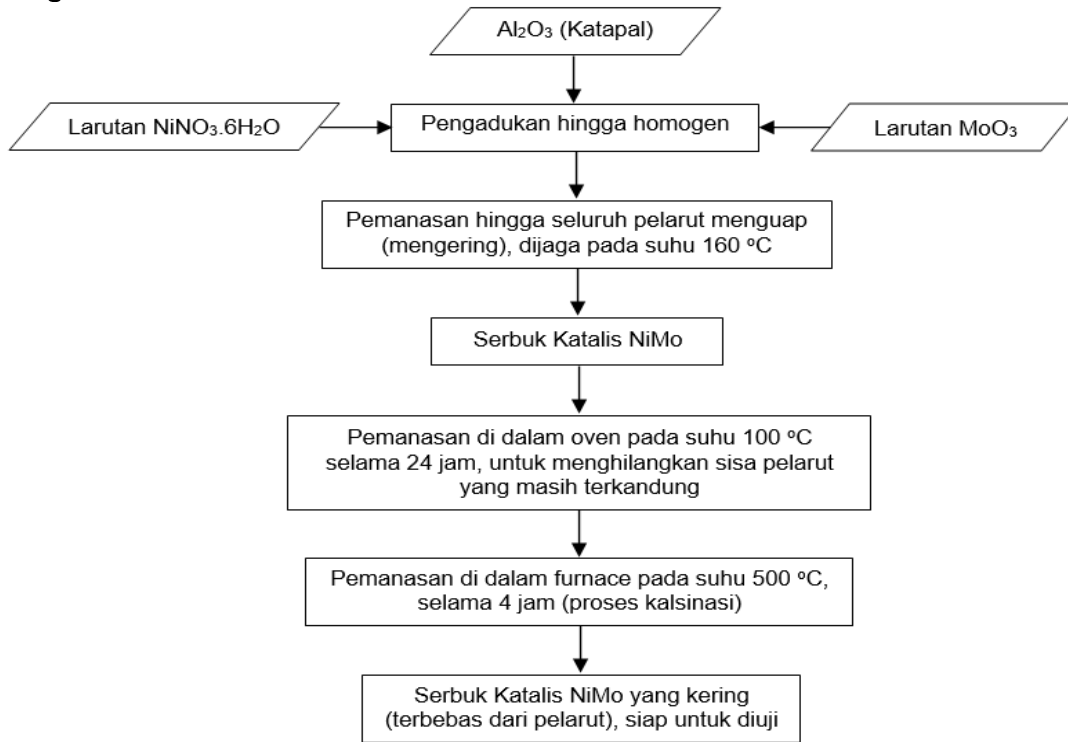
##### **Variabel Berubah**

Variabel yang berubah adalah persentase kadar logam Nikel dan Molibdenum yang ditambahkan ke dalam  $Al_2O_3$ . Komposisi tiap-tiap logam yang ditambahkan ke dalam  $Al_2O_3$  dapat dilihat pada Tabel 1 (komposisi logam Ni dan Mo dalam  $Al_2O_3$ ).

##### **Variabel yang Dinilai**

Variabel yang dinilai adalah fase oksida logam katalis, kadar oksida logam yang teradsorpsi, luas permukaan, diameter pori, volume pori dan suhu reduksi katalis.

**Diagram Alir**



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil pengamatan (Data)**

Tabel 2. Hasil Analisa XRD

Alumina		Fase yang terdeteksi melalui XRD (%)			
Waktu Kalsinasi (Jam)	Suhu Kalsinasi (°C)	Alumina			Silica
		α	Θ	Γ	
3	400	0,4	0,0	97,1	2,4
	500	0,5	0,0	97,1	2,4
	600	0,7	0,0	97,6	1,7
	700	0,0	0,0	98,2	1,8
	800	0,6	8,3	89,0	2,2
6	400	0,0	0,0	97,7	2,3
	500	0,2	0,0	97,5	2,2
	600	0,4	0,0	98,2	1,4
	700	0,0	0,0	98,4	1,6
	800	0,0	10,1	88,4	1,5
10	400	0,0	3,7	94,3	2,0
	500	0,0	0,0	98,3	1,7
	600	0,8	0,0	96,8	2,5
	700	0,0	0,0	97,5	2,5
	800	0,0	8,3	90,2	1,5
Fresh Alumina		0,3	0,0	98,2	1,5

Dari tabel sebelumnya terlihat bahwa perubahan fase dari gama menjadi Alumina terjadi pada suhu tidak lebih dari 700 °C, sehingga penelitian dilakukan pada suhu 600 °C. Sedangkan lamanya waktu kalsinasi tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan fase. Waktu kalsinasi yang digunakan dalam penelitian adalah 3 jam, waktu ini dipilih dengan pertimbangan untuk menghemat waktu pengerjaan. Hasil seluruh parameter uji untuk tiap-tiap komposisi, terlampir pada tabel berikut.

Tabel 3. Hasil Analisa Seluruh Parameter Uji tanpa Proses Kalsinasi

No.	Komposisi	% Mo	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /gr)	Volume Pori ml/gr	Diameter Pori (Å)	TPR (°C)	Mo (%)	Ni (%)
1	katapal tanpa kalsinasi	0	268,455	0,385	57,02	0	0	0
2	3% Ni	5	290,3	0,418	58,173	441,67	5	2,6
3		7	277,1	0,395	57,19	443,6	7,8	2,4
4		10	257,295	0,36	55,715	446,4	12	2,1
5		13	238,977	0,331	54,983	451,186	15,857	1,814
6		15	231,65	0,32	54,69	453,1	17,4	1,7
7	5% Ni	5	272,163	0,39	57,293	441,1	2,83	4,367
8		7	259,17	0,37	57,2	441	5,7	4,1
9		10	239,68	0,34	57,06	440,85	10	3,7
10		13	224,680	0,319	56,849	448,600	13,643	3,271
11		15	218,68	0,31	56,765	451,7	15,1	3,1

Tabel 4. Hasil Analisa Seluruh Parameter Uji dengan Proses Kalsinasi pada Suhu 600 °C

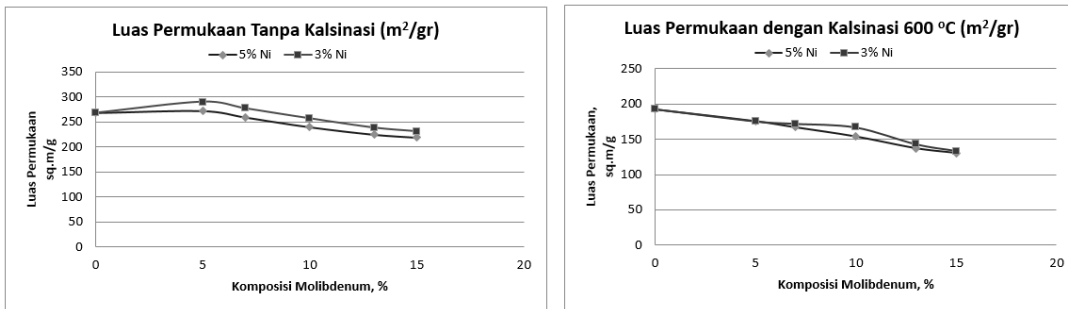
No.	Komposisi	% Mo	Luas Permukaan (m <sup>2</sup> /gr)	Volume Pori ml/gr	Diameter Pori (Å)	TPR (°C)	Mo (%)	Ni (%)
1	Katapal dengan kalsinasi 600 °C	0	192,91	0,5	103,665	0	0	0
2	3% Ni	5	175,66	0,42	94,62	406,92	3,38	2,13
3		7	172,19	0,41	94,62	414,85	6,15	2
4		10	166,975	0,395	94,62	426,75	10,3	1,8
5		13	142,99	0,35	97,17	449,14	13,59	1,59
6		15	133,395	0,33	98,19	458,1	14,9	1,5
7	5% Ni	5	175,9	0,42	95,06	400,38	2	3,77
8		7	167,085	0,4	95,35	407,35	4,4	3,5
9		10	153,86	0,37	95,785	417,8	8	3,1
10		13	136,931	0,327	96,239	436,514	11,536	2,814
11		15	130,16	0,31	96,42	444	12,95	2,7

**Pembahasan**

Hasil pengujian pada tabel di atas dibuat grafik untuk setiap parameter uji, tujuannya adalah agar dapat terlihat dengan jelas perbandingannya. Berikut adalah grafik untuk setiap parameter pengujian:

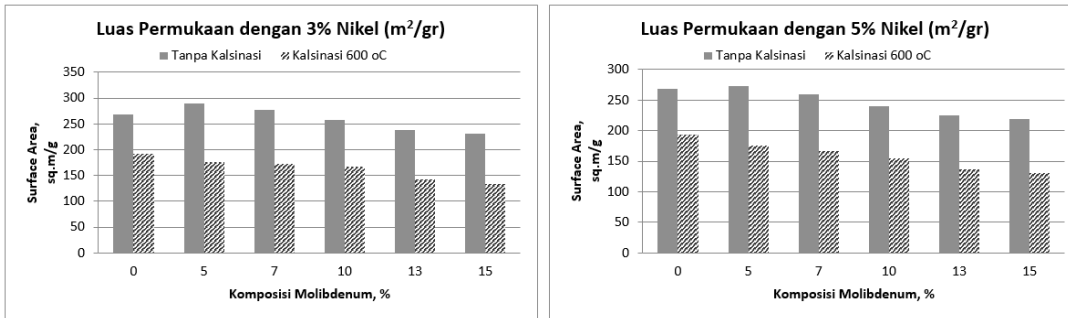
**Luas Permukaan**

Dari grafik berikut dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar Molibdenum yang ditambahkan ke dalam suatu katalis, akan semakin memperkecil luas permukaan katalis tersebut. Begitu pula pengaruhnya terhadap penambahan Nikel, semakin besar jumlah Nikel yang ditambahkan ke dalam suatu katalis, maka akan semakin memperkecil nilai luas permukaannya. Ini disebabkan sebagian luas permukaan katalis telah terisi oleh logam Nikel dan Molibdenum.



Gambar 2. Grafik hubungan antara komposisi Molibdenum yang ditambahkan ke dalam katapal dengan luas permukaan, (a) tanpa kalsinasi (b) dikalsinasi pada suhu 600 °C

**Pengaruh Proses Kalsinasi pada Suhu 600 °C terhadap Luas Permukaan**

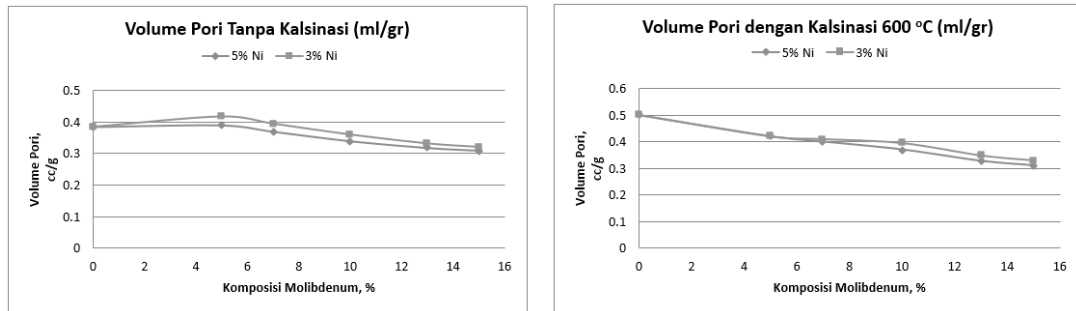


Gambar 3. Grafik perbandingan antara Luas Permukaan katalis dengan penambahan Nikel (a) sebesar 3% (b) sebesar 5%

Hal serupa terjadi pula pada komposisi logam yang sama, namun dikalsinasi terlebih dahulu pada suhu 600 °C. Hanya saja luas permukaan katalis yang dikalsinasi terlebih dahulu sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan luas permukaan katalis tanpa perlakuan kalsinasi. Dapat disimpulkan bahwa proses kalsinasi pada suhu 600 °C dapat mempengaruhi besarnya luas permukaan suatu katalis. Hal ini dikarenakan pada prose kalsinasi, silika yang terkandung di dalam alumina mengalami perubahan volume sebesar 0.45%, dan setelah mendingin akan kembali seperti semula. Akan tetapi rongga yang terbentuk akibat pemuaihan silika tersebut tidak dapat kembali seperti semula, sehingga semakin memperkecil luas permukaan katalis.



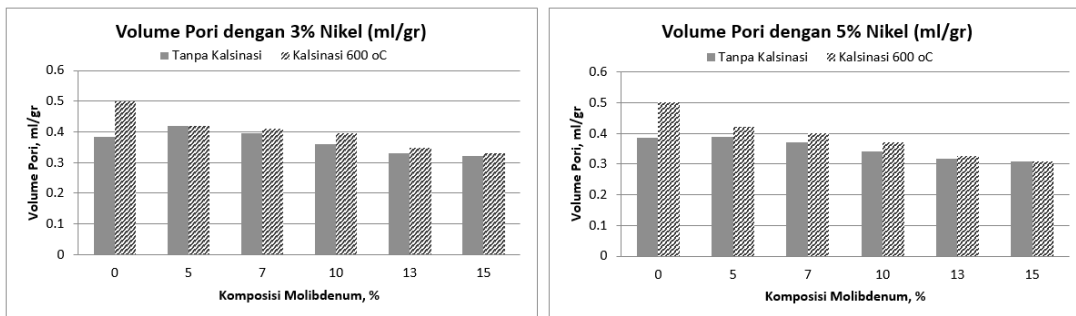
## Volume Pori



Gambar 4. Grafik hubungan antara komposisi Molibdenum yang ditambahkan ke dalam katapal dengan Volume Pori, (a) tanpa kalsinasi (b) dikalsinasi pada suhu 600 °C

Dari grafik di atas dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar Molibdenum yang ditambahkan ke dalam suatu katalis, akan semakin memperkecil volume pori katalis tersebut. Begitu pula pengaruhnya terhadap penambahan Nikel, semakin besar jumlah Nikel yang ditambahkan ke dalam suatu katalis, maka akan semakin memperkecil volume porinya. Ini disebabkan sebagian volume katalis telah terisi oleh logam Nikel dan Molibdenum. Hal serupa terjadi pula pada komposisi logam yang sama, namun dikalsinasi terlebih dahulu pada suhu 600 °C.

## Pengaruh Proses Kalsinasi pada Suhu 600 °C terhadap Volume Pori



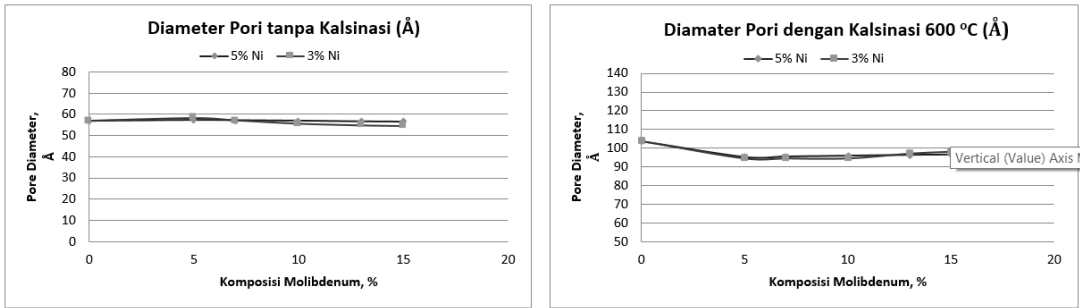
Gambar 5. Grafik perbandingan antara volume pori katalis dengan penambahan Nikel (a) sebesar 3% (b) sebesar 5%.

Dari grafik di atas, dapat disimpulkan bahwa proses kalsinasi pada suhu 600 °C dapat memengaruhi volume pori-pori suatu katalis. Hal ini dikarenakan pada proses kalsinasi, silika yang terkandung di dalam alumina mengalami perubahan volume sebesar 0.45%, tepatnya pada suhu 573 °C dan setelah mendingin akan kembali seperti semula, akan tetapi rongga yang terbentuk akibat pemuaihan silika tersebut tidak dapat kembali seperti semula, sehingga volume pori suatu katalis lebih besar dibandingkan dengan katalis yang tidak mengalami proses kalsinasi.

## Diameter Pori

Dari gambar 6a berikut dapat disimpulkan bahwa semakin besar kadar Molibdenum dan nikel yang ditambahkan ke dalam suatu katalis, akan semakin memperkecil diameter pori katalis. Ini disebabkan sebagian pori-pori katalis telah terisi oleh logam Nikel dan Molibdenum. Hal tersebut tidak serupa dengan komposisi logam yang sama, yang mengalami proses kalsinasi terlebih dahulu pada suhu 600 °C. Pada gambar 6b terlihat bahwa semakin besar jumlah logam baik Nikel maupun

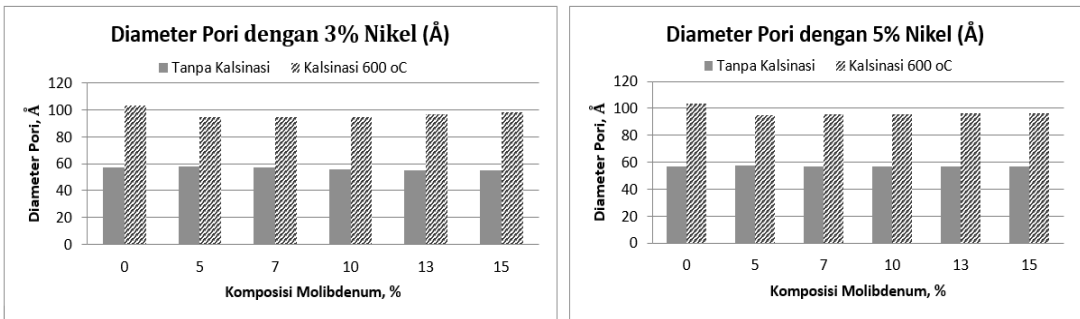
Molibdenum yang ditambahkan, maka diameter porinya akan semakin besar pula, walaupun kenaikannya tidak terlalu signifikan.



Gambar 6. Grafik hubungan antara komposisi Molibdenum yang ditambahkan ke dalam katapal dengan Diameter Pori, (a) tanpa kalsinasi (b) dikalsinasi pada suhu 600 °C.

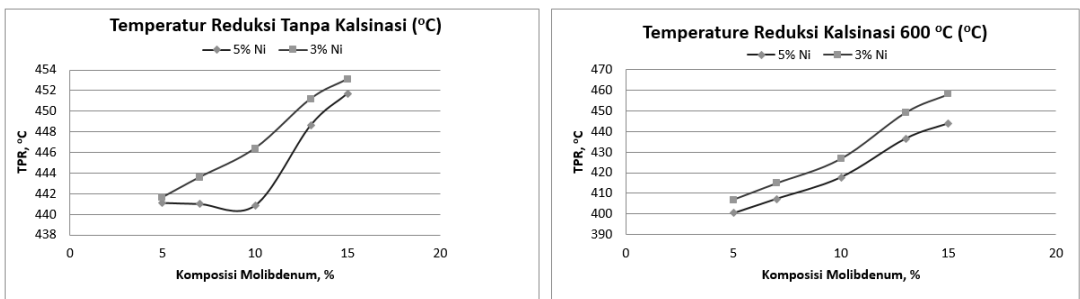
Didukung dengan gambar berikut, dapat disimpulkan bahwa proses kalsinasi pada suhu 600 °C dapat mempengaruhi besarnya diameter pori suatu katalis. Hal ini dikarenakan pada prose kalsinasi, silika yang terkandung di dalam alumina mengalami perubahan volume sebesar 0.45%, akibat dari berubahnya struktur kristal  $\alpha$ -quartz menjadi  $\beta$ -quartz tepatnya pada suhu 573 °C dan setelah mendingin akan kembali seperti semula, menjadi  $\alpha$ -quartz. Akan tetapi rongga yang terbentuk akibat pemuaihan tersebut tidak dapat kembali seperti semula, sehingga semakin memperbesar diameter pori katalis.

**Pengaruh Proses Kalsinasi pada Suhu 600 °C terhadap Diameter Pori**



Gambar 7. Grafik perbandingan antara diameter pori katalis dengan penambahan Nikel (a) sebesar 3% (b) sebesar 5%

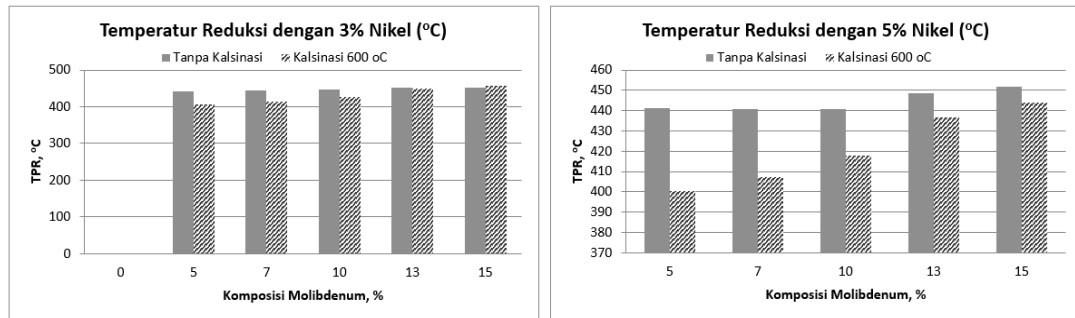
**Temperatur Reduksi (TPR)**



Gambar 8. Grafik hubungan antara komposisi Molibdenum yang ditambahkan ke dalam katapal dengan Temperatur Reduksi (a) tanpa kalsinasi (b) dikalsinasi pada suhu 600 °C.

Gambar 8 menerangkan bahwa semakin besar jumlah Molibdenum yang ditambahkan ke dalam katalis, semakin sukar pula katalis tersebut tereduksi. Bertolak belakang dengan penambahan logam Nikel, semakin banyak Nikel yang ditambahkan dalam suatu katalis, maka suhu reduksi semakin rendah (mudah tereduksi). Hal serupa terjadi pula pada komposisi logam yang sama, namun dikalsinasi terlebih dahulu pada suhu 600 °C. Hanya saja dibutuhkan temperatur lebih rendah untuk mereduksinya.

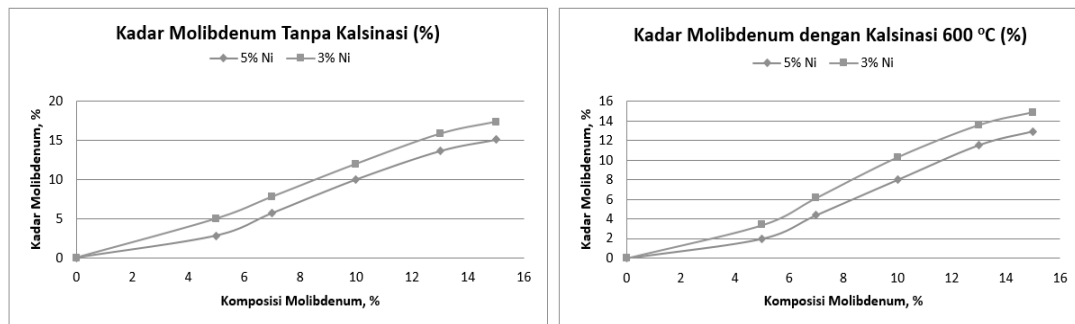
### Pengaruh Proses Kalsinasi pada Suhu 600 °C terhadap Temperatur Reduksi



Gambar 9. Grafik perbandingan antara Temperatur reduksi katalis dengan penambahan Nikel (a) sebesar 3% (b) sebesar 5%

Gambar di atas menerangkan bahwa proses kalsinasi 600 °C dapat mempercepat katalis tereduksi jika dibandingkan dengan katalis tanpa proses kalsinasi.

### Kadar Molibdenum

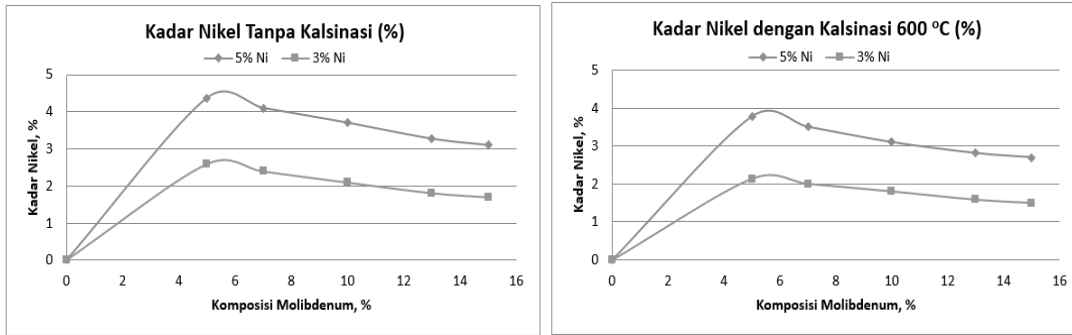


Gambar 10. Grafik hubungan antara komposisi Molibdenum yang ditambahkan ke dalam katapal dengan komposisi Molibdenum yang terkandung, (a) tanpa kalsinasi (b) dikalsinasi pada suhu 600 °C.

Gambar di atas menerangkan bahwa semakin banyak Molibdenum yang ditambahkan dalam suatu katalis, maka akan semakin banyak pula Molibdenum yang terkandung di dalam katalis tersebut. Hanya saja besarnya tidak presisi dengan jumlah Molibdenum yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan pengaruh dari proses pembuatan katalis tersebut, baik dari mulai penimbangan hingga proses kalsinasi.

### Kadar Nikel

Dua gambar berikut menjelaskan bahwa semakin besar kadar Molibdenum yang ditambahkan, akan semakin memperkecil kadar Nikel yang terkandung di dalam katalis tersebut.



Gambar 11. Grafik hubungan antara komposisi Molibdenum yang ditambahkan ke dalam katapal dengan komposisi Nikel yang terkandung, (a) tanpa kalsinasi (b) dikalsinasi pada suhu 600 °C.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian mengenai pembuatan katalis yang tahan terhadap silika dengan variasi Temperatur kalsinasi, logam Molibdenum dan Nikel, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Setiap tahapan dalam proses pembuatan katalis, dapat berpengaruh pada sifat-sifat katalis yang terbentuk.
2. Proses kalsinasi memberikan pengaruh besar terhadap sifat-sifat katalis yang terbentuk (luas permukaan, volume dan diameter pori serta temperatur reduksi).
3. Dari seluruh katalis yang telah dibuat, dapat dilihat bahwa katalis yang dapat lebih tahan terhadap keracunan silika adalah katalis dengan komposisi 3% Nikel, 5% Molibdenum dengan penyangga alumina yang telah dikalsinasi terlebih dahulu pada suhu 600 °C. Hal ini dibuktikan dengan terbentuknya diameter pori yang besar, yang diperkirakan saat katalis teracuni oleh silika pori-pori katalis tidak tertutupi seluruhnya, sehingga reaksi masih dapat berlangsung, serta suhu reduksi yang rendah yang menerangkan bahwa katalis tersebut mudah untuk direduksi.
4. Dari aspek ekonomi, optimasi komposisi katalis yang diperoleh cukup ekonomis, karena persentase logam Nikel dan Molibdenum yang dibutuhkan tidak terlalu besar. Serta suhu dan lamanya waktu kalsinasi yang tidak terlalu tinggi, sehingga lebih menghemat biaya dan energi yang dibutuhkan untuk membuat katalis.

### Saran

- a. Penelitian ini dapat dikembangkan kembali dengan membuat katalis dengan komposisi logam Nikel dan Molibdenum yang lebih variatif lagi. Tentunya dengan tetap mempertimbangkan aspek ekonomi.
- b. Pelaksanaan penelitian hendaknya dilakukan seteliti mungkin khususnya pada proses persiapan bahan baku, penimbangan bahan dan pemanasan, untuk menghindari penyimpangan-penyimpangan yang tidak diinginkan sehingga akurasi hasil penelitian mencapai maksimal.
- c. Hendaknya katalis yang telah dibuat dan diuji sifat-sifatnya, diuji pula kinerjanya pada reaktor.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Khowaiter, S.H., et al. (1996). *Studies on Nickel-Alumina Hydrogenation Catalyst Impregnation with Erophium Oxide: I-Surface Area and Pore Structure*. Journal King saud University Vol. 8 (63-78)
- Carithers, Val G. (1972). Alumina Catalyst Support. US Patent
- Colgan, Joseph Dennis., Ostroff, Norman. (1968). *Preparation of An Alumina Catalyst Support*. US Patent
- Dewi, Cynthia. (2007). *Sintesis Katalis Ni/Mo sebagai Katalis Hydrotreating*. Skripsi. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Reddy, Mahipal B., Reddy, Padmanabha E., and Srinivas. S.T. (1992). *Dispersion and Activity of Molybdena-Alumina Catalysts Prepared By Impregnation and Solid/Solid Wetting Methods*. Journal of Catalysis 136 (50-58).
- Rodiansono., et. Al. (2007). *Pembuatan, karakterisasi dan Uji Aktivitas Katalis NiMo/Z dan NiMo/Z-Nb205 pada Reaksi Hidrorengkah fraksi sampah Plastik menjadi Fraksi Bensin*. Berkala MIPA, 17 (2).
- Santen, et. Al. (2000). *Catalysis : An Integrated Approach*. Elsevier
- Siswodiharjo. (2006). *Reaksi Hidrorengkah Katalis Ni/Zeolit, Mo/Zeolit, NiMo/Zeolit terhadap Parafin*. Skripsi. Surakarta : Universitas Sebelas Maret
- Tsani, Fatimatuts. (2011). *Preparasi dan Karakterisasi Katalis NiMo/ $\gamma$ -Alumina untuk Sintesis Bahan Bakar Biodari Minyak Jarak Melalui Pirolisis Berkatalis*. Skripsi. Jakarta: Universitas Indonesia.