

HIDRORENGKAH FRAKSI BERAT MINYAK BUMI MENGGUNAKAN KATALIS LEMPUNG TERPILAR ALUMINIUM BERPENGEMBAN NIKEL

Adi Darmawan

Laboratorium Kimia Anorganik Jurusan Kimia

Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang 50275

ABSTRAK

Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi katalis lempung terpillar aluminium berpengembangan nikel dari bahan lempung alam. Sintesis dilakukan dengan interkalasi polikation Al pada suspensi lempung. Lempung terpillar selanjutnya diimpregnasi dengan Ni dan dialiri gas N₂, O₂ dan H₂. Uji aktivitas katalitik lempung terpillar dilakukan terhadap reaksi hidrorengkah fraksi 200-300°C minyak bumi. Analisis fasa cair minyak bumi hasil perengkahan dilakukan dengan menggunakan kromatografi gas. Hasil aplikasi pada hidrorengkah menunjukkan bahwa katalis lempung terpillar dapat melakukan konversi yang baik pada fraksi C_{18-ke atas} dan lebih selektif terhadap fraksi C_{13-C₁₇}.

Kata Kunci: *Lempung terpillar Al, Impregnasi, hidrorengkah*

THE HYDROCRACKING OF PETROLEUM HEAVY FRACTION USING ALUMINIUM PILLARED CLAYS IMPREGNATED BY NICKEL

ABSTRACT

Aluminium pillared clay catalysts impregnated by Ni have been synthesized by using natural clay and then characterized. The synthesis was conducted by Al polycation on clay suspension. Pillared clay's catalytic activities were tested for hydrocracking of oil heavy fraction (200-300°C). Liquid phase of product was analyzed by gas chromatography. Catalytic activity showed that pillared clay catalyst gave better conversion on C_{18-up} fraction and better selectivity on C_{13-C₁₇} fraction

Key words: *Al pillared clays, impregnation, hydrocracking*

PENDAHULUAN

Telah diketahui bahwa zeolit dapat menjadi pengemban katalis (*catalyst support*) pada proses hidrorengkah minyak bumi (Weitkamp, 2000). Namun demikian masalah mendasar yang terjadi pada zeolit adalah ukuran pori yang relatif kecil sehingga sulit bagi residu minyak bumi berfraksi tinggi untuk secara cepat berdifusi ke dalamnya yang berakibat efektifitasnya berkurang (Vaughan, 1988). Oleh karena itu penelitian terbaru diarahkan pada rekayasa untuk membuat pori yang lebih besar seperti pada keluarga M41S di antaranya MCM 41 dan MCM 48 (Weitkamp, 2000).

Lempung sebagai mineral alam yang melimpah mempunyai lapisan-lapisan yang dapat mengembang yang dengan proses pertukaran kation dapat disisipi dengan gugus bermuatan positif baik yang kecil maupun meruah

(Figueras, 1988). Jika daerah antar lapisan lempung dimasuki oleh gugus meruah dan dilanjutkan dengan kalsinasi akan membentuk tiang-tiang penyangga lapisan. Adanya tiang-tiang ini menghasilkan suatu sistem pori seperti pada zeolit. Dengan adanya kemiripan struktur antara zeolit dengan lempung terpillar dimungkinkan untuk memanfaatkan lempung sebagai katalis atau sebagai pengemban katalis pada proses hidrorengkah minyak bumi.

Lempung terpillar pertama kali dibuat pada akhir 1974 dalam suatu program untuk menemukan suatu katalis perengkahan minyak bumi. Aplikasi lempung terpillar sebagai katalis perengkahan mengalir (FCC) dilakukan oleh Vaughan (Figueras, 1988). Perbandingan dilakukan antara Al-PILC, Zr-PILC, katalis silika-alumina amorf, dan katalis zeolit komersial melalui test aktivitas mikro. Aktivitas

katalitik lempung terpillar lebih tinggi daripada aluminosilikat amorf. Bilangan oktan bensin yang dihasilkan oleh PILC lebih tinggi daripada yang dihasilkan oleh katalis zeolit, tetapi pembentukan arang (*coke*) juga lebih tinggi pada PILC.

Penelitian lanjutan dilakukan oleh Figueras *et al* (1986) dengan membandingkan beberapa lempung terpillar. Umpan (*feed*) lebih berat daripada yang dilakukan oleh Vaughan dan suhupun lebih tinggi hingga 530°C. Aktivitas katalis yang teramati setelah pengaliran uap (*steaming*) pada 650°C selama 17 jam lebih tinggi daripada aktivitas zeolit yang dialiri pada 775°C tetapi selektivitas untuk bensin lebih rendah dan pembentukan arang (*coke*) lebih tinggi. Adanya fakta bahwa kehilangan sebagian besar luas permukaan karena pengaliran gas tanpa memberikan pengaruh pada aktivitas katalitik menunjukkan adanya keterbatasan difusi (*diffusional limitations*) pada kinetiknya. Aktivitas yang lebih tinggi teramati untuk PILC dengan ukuran partikel yang lebih kecil (0,2 µm).

Keterbatasan PILC yang menghasilkan arang yang tinggi mengharuskan adanya upaya untuk memanfaatkan PILC dalam proses pengolahan minyak bumi selain proses FCC misalnya hidrorengkah gas berat yang tidak terlalu mensyaratkan stabilitas hidrotermal, produksi arang dan konformasi katalis. Pada proses hidrorengkah, katalis yang digunakan adalah katalis dwifungsi di mana reaksi hidrogenasi-dehidrogenasi terjadi pada logam misalnya pada Ni, Pt atau Pd, sementara reaksi perengkahan terjadi pada pusat asam yang berada pada struktur kerangka aluminosilikat.

METODA PENELITIAN

Jalan penelitian ini meliputi pembuatan katalis lempung terpillar dan aplikasi lempung terpillar yang dihasilkan pada proses hidrorengkah minyak bumi.

Pembuatan katalis lempung terpillar Aluminium teremban Ni. Pembuatan katalis lempung terpillar aluminium diawali dengan pembuatan larutan polikation aluminium, $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan dengan menambahkan NaOH dengan rasio mol $\text{OH}^-/\text{Al}^{3+} = 2$. Larutan pemilar yang telah dibuat kemudian ditambahkan sedikit demi sedikit pada suspensi 3% dan diaduk selama 24 jam. Sebelumnya lempung telah disuspensi selama 3 jam. Konsentrasi Al^{3+} pada suspensi akhir masing-masing adalah 0,06 M dan rasio $[\text{Al}^{3+}]/\text{lempung}$ adalah 3 mmol/g lempung. Suspensi disaring dan dicuci bersih dengan dialisis hingga ion klorida hilang dengan uji menggunakan larutan AgNO_3 . Kemudian padatan yang didapat dikeringkan pada suhu 75°C kemudian dikalsinasi pada suhu 400°C selama 5 jam dengan kecepatan pemanasan 4°C/menit.

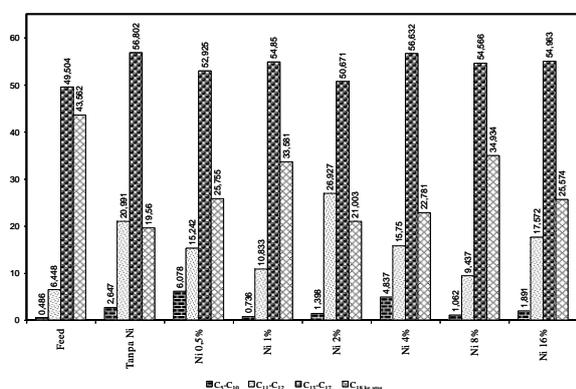
Empat gram lempung yang telah terpillar Al atas ditambah 15 mL larutan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,5%, 1%, 2%, 4%, 8% dan 16%. Suspensi diaduk dengan pengaduk magnetik selama satu jam dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama satu malam. Padatan hasil impregnasi dipanaskan pada suhu 300°C berturut-turut di bawah aliran gas N_2 selama 4 jam, gas O_2 selama 3 jam dan gas H_2 selama 3 jam.

Uji aktivitas katalis hasil sintesis, dilakukan dalam proses hidrorengkah senyawa-senyawa komponen minyak bumi pada fraksi 200°–300°C menggunakan set reaktor uji katalisis. Suhu uji katalisis adalah 350°C. Uji hasil perengkahan dianalisis menggunakan kromatografi gas. Setiap peak yang diperoleh dibandingkan dengan peak dari fraksi umpan awal. Data kromatogram dianalisis untuk menentukan komposisi fraksi, selektivitas, konversi individu dan konversi total sesuai dengan metode yang digunakan Arroyo *et al* (2000)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Fraksi Minyak Bumi

Analisis kromatogram GC menunjukkan bahwa terjadi pergeseran komposisi minyak bumi (gambar.1). Pengurangan terutama terjadi pada fraksi berat (C_{18} ke atas). Besarnya pengurangan bervariasi untuk masing-masing katalis, tanpa mengikuti pola tertentu. Tetapi semua katalis menunjukkan penurunan fraksi berat (C_{18} ke atas) dan kenaikan komposisi fraksi yang lebih ringan. Kenaikan fraksi C_{13} - C_{17} umumnya sedikit sedangkan fraksi C_{11} - C_{12} semuanya mengalami kenaikan. Untuk fraksi gas hasilnya bervariasi.



Gambar 1. Komposisi fraksi minyak bumi sebelum dan sesudah perengkahan

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa proses perengkahan katalitik menggunakan lempung terpillar umumnya selektif menghasilkan produk C_{11} - C_{12} dan C_{13} - C_{17} . Rendahnya selektivitas pada fraksi rendah (C_5 - C_{10}) lebih disebabkan kendala teknis berupa sulitnya mengoleksi fraksi gas di bawah suhu 0°C yang cukup banyak dihasilkan selama waktu perengkahan. Hal ini diperkuat dengan data pada konversi individu (gambar 3) yang menunjukkan bahwa fraksi ringan terkonversi sempurna. Sementara selektivitas yang rendah pada fraksi berat, menunjukkan bahwa proses hidroisomerisasi pada fraksi berat rendah dan sebagian besar fraksi C_{18} ke atas terkonversi ke fraksi yang lebih rendah.

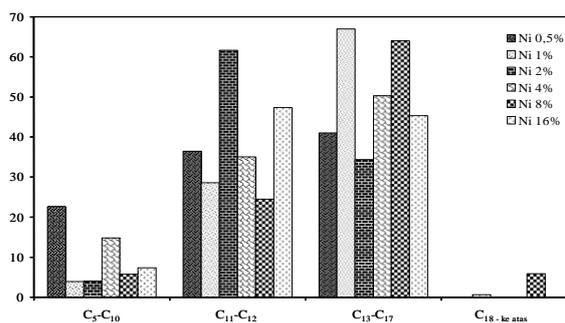
Dilihat komposisi fraksinya metode impregnasi menghasilkan katalis lempung terpillar yang cenderung memberikan produk fraksi minyak

gas (C_{13} - C_{17}) yang lebih banyak daripada fraksi C_{11} - C_{12} . Menurut Occelli (1997) fungsi hidrogenasi (logam) lebih disukai dalam bentuk oksida atau sulfidanya daripada dalam bentuk logam netral. Artinya Ni yang berada dalam bentuk oksida melakukan perengkahan yang lebih baik daripada dalam bentuk logam netral.

Katalis yang mempunyai keasaman dan kristalinitas yang tinggi seperti Ni 0,5% dan Ni 4% menghasilkan fraksi ringan yang lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa lempung pilar yang memiliki situs asam (yang diwakili oleh angka keasaman) dan kristalinitas (yang diwakili oleh intensitas difraktogram) yang tinggi akan dapat melakukan perengkahan yang lebih baik.

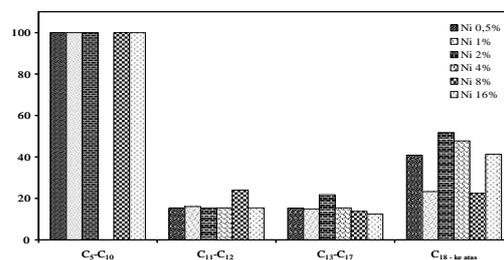
Dari gambar 3 terlihat bahwa umumnya katalis melakukan konversi yang baik pada fraksi minyak gas berat (C_{18} ke atas). Tingginya konversi individu pada fraksi ringan C_5 - C_{10} lebih disebabkan karena fraksi ringan C_5 - C_{10} mempunyai konsentrasi yang sangat rendah pada umpan (lihat gambar 1) sehingga mudah bagi fraksi ringan untuk terkonversi habis, di samping adanya kendala teknis untuk mengumpulkan fraksi ringan.

Selektivitas Perengkahan Minyak Bumi



Gambar 2. Grafik selektivitas perengkahan

Konversi Individu



Gambar 3. Grafik konversi individu beberapa fraksi

Sementara rendahnya konversi dari fraksi C₁₁-C₁₂ dan fraksi C₁₅-C₁₇ disebabkan banyaknya konversi fraksi berat (C₁₈ ke atas) terengkah menjadi fraksi C₁₁-C₁₂ dan C₁₅-C₁₇ (seperti yang ditunjukkan pada selektivitas di atas) sehingga seakan-akan tidak ada pengurangan fraksi tersebut. ttidak ada pola hubungan antara jumlah Ni yang terembankan dengan kemampuan katalisasi.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa pada proses hidrorengkah minyak bumi katalis lempung terpillar yang dihasilkan selektif terhadap fraksi minyak tanah dan minyak gas.

DAFTAR PUSTAKA

- Figueras. F., 1988, Pillared Clays as Catalysts, *Catal. Rev. Sci. Eng* 30(3), 457-499.
- Occelli, 1997, Catalyst Containing Zeolite Beta and a Pillared Clay, *US Patent and Trademark Office*.
- Ohtsuka. K., 1997, Preparation and Properties of Two-Dimensional Microporous Pillared Interlayered Solids, *Chem. Mater.* 9, 2039-2050.
- Vaughan D.E.W., 1988, Pillared Clays-A Historical Perspective, *Catalysis Today*, Elsevier, 187-198.
- Weitkamp. J., 2000, Zeolite and Catalysis, *Solid State Ionic*, 131, 175 -188