

PEMBUATAN KOMPONEN AKTIF KATALIS PERENKAHAN YANG STABIL (ZEOLIT Y)

Maria Ulfah[1]

[1] Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Bung Hatta

Abstrak

Indonesia needs almost 20 tons per day of cracking catalyst for FCCU (Fluid Catalytic Cracking Unit) and RCCU (Residue Catalytic Cracking Unit), there are 2 catalytic cracking units in Indonesia. Generally, catalytic cracking unit has two main tools; reactor and regenerator. Operation condition in both the tools is extreme enough ($T_{\text{reactor}} = 465-510^{\circ}\text{C}$ and $T_{\text{regenerator}} = 600-700^{\circ}\text{C}$). One of components in cracking catalyst is active component; Y zeolite. The component must be stable (it can maintain performances of cracking catalyst in high temperature). $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ ratio of Y zeolite product is 3-6. Y zeolite with $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ ratio larger than 5 is more stable than the lower ratio. $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ ratio itself is affected by raw material, reactant composition, preparation conditions and preparation techniques used. The synthesized Y zeolite is analysed by X-ray diffraction method to know its $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ ratio. By this research, a recipe and procedure of Y zeolite synthesis with $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ ratio larger than 5 was produced. In cracking process, Y zeolite with $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ ratio larger than 5 is known to be stable.

Key word : active component, cracking, stable, $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ ratio, zeolit Y

1. Pendahuluan

Perengkahan katalitik minyak bumi di kilang-kilang modern dimaksudkan untuk menghasilkan bensin, diesel, aromatik dan juga merupakan sumber alkena ringan terutama propilen. Indonesia memiliki 2 unit perengkahan katalitik yaitu di kilang minyak Plaju (Pertamina UP III) dan Balongan (Pertamina UP VI). Kilang Plaju mengolah umpan *vacuum gas oil* dengan unit FCC (*Fluid Catalytic Cracking*) sedangkan unit *Residue Catalytic Cracking* (RCC) Balongan mengolah umpan yang lebih berat yaitu residu distilasi campuran minyak dari ladang minyak Minas dan

Duri.

Residue Catalytic Cracking Pertamina UP VI Balongan merupakan unit perengkahan katalitik terbesar di dunia dengan kapasitas 83.000 BPSD (Barrel per Stream Day). Inventaris katalis di unit yang terdiri dari sepasang peralatan: reaktor dan regenerator ini adalah 870 ton. Untuk mempertahankan kinerjanya, setiap hari 16-19 ton katalis harus diganti dengan katalis segar. Dengan demikian partikel katalis berada di dalam unit selama rata-rata sekitar 1,5 bulan. Konsekuensinya biaya pengadaan katalis menjadi tinggi meskipun harga katalis RCC relatif murah,

yaitu \$ 1400 - \$ 2000/ton. Saat ini kebutuhan katalis perengkahan di Indonesia masih didatangkan dari luar negeri. Kebutuhan katalis yang besar dengan biaya yang juga tinggi dan untuk mengurangi ketergantungan pada negara lain menyebabkan banyak kilang minyak di beberapa negara seperti di Jepang, Korea Selatan, Cina dan Brasil berusaha membuat katalisnya sendiri. Disamping itu, kilang minyak diupayakan dapat mengolah minyak mentah yang makin lama makin berat. Ini menyebabkan unit perengkahan katalitik makin dibutuhkan. Secara umum unit perengkahan katalitik terdiri dari reaktor dan regenerator. Temperatur rata-rata reaktor sekitar 465-510°C, dengan temperatur umpan masuk sekitar 316-455°C dan temperatur keluaran regenerator sekitar 600-700°C.

Katalis perengkahan mengandung komponen aktif (zeolit Y dan zeolit ZSM-5), penyangga (matriks aktif) dan promotor (lempung dan perekat). Semua komponen tersebut memiliki peran yang penting dan saling mendukung. Sebagai langkah awal untuk membuat katalis perengkahan yang baik perlu dilakukan penelitian mendalam tentang pembuatan komponen-komponennya, salah satunya komponen aktif (zeolit Y). Studi literatur menunjukkan bahwa kestabilan zeolit Y dipengaruhi oleh diantaranya kemurniaan

dan rasio $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ produk. Zeolit Y dengan rasio $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ lebih besar dari 5 lebih stabil dari pada rasio dibawahnya (rasio $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ zeolit Y produk: 3-6). Rasio $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ sendiri dalam zeolit Y dipengaruhi oleh bahan baku, komposisi reaktan, cara pembuatan dan kondisi pembuatan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mempelajari cara membuat zeolit Y yang memiliki rasio $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ lebih besar dari 5.

2. Pembuatan Zeolit Y sebagai Komponen Aktif Katalis Perengkahan

Ada banyak cara pembuatan zeolit yang akan menghasilkan berbagai variasi produk zeolit Y dalam hal kemurnian dan rasio $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ produk. Zeolit Y memiliki rumus kimia: $0,9 \pm 0,2\text{Na}_2\text{O}:\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot w\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$, dengan w berkisar antara 3-6 dan x dapat berkisar hingga 9. Sesuai dengan rumus kimia tadi, maka bahan baku utama zeolit Y adalah alumina dan silika. Alumina untuk pembuatan zeolit Y dapat diperoleh dari *activated alumina*, *gamma alumina*, *alumina trihydrate* dan *sodium aluminate*. Silika dapat diperoleh dari *sodium silicate*, *silica gels*, *salicylic acid*, *aqueous colloidal silica sols* dan *reactive amorphous solid silicas*. Masing-masing bahan memiliki kekhususan tersendiri untuk digunakan, sebab jenis reaktan-reaktan yang digunakan walaupun sama-

sama mengandung alumina dan silika pada kenyataannya akan menghasilkan zeolit Y dengan rasio $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$ dan karakteristik yang berbeda-beda.

Pembuatan zeolit Y secara umum terdiri dari pencampuran larutan silika dan larutan alumina yang diikuti dengan proses kristalisasi untuk mendapatkan padatan zeolit Y. Larutan silika dibuat dengan cara melarutkan reagen sumber silika dengan air dengan komposisi tertentu (sesuai dengan zat yang digunakan), hal yang sama juga dilakukan kepada bahan kimia sumber alumina. Kedua zat hasil pelarutan kemudian dicampurkan sambil diaduk hingga homogen. Hasil pencampuran kemudian didiamkan (*ageing*/penuaan) dan setelah itu dipanaskan selama waktu tertentu pada temperatur tertentu agar terbentuk kristal zeolit Y. Sesudah waktu kristalisasi dicapai padatan yang terbentuk dipisahkan dari cairannya dengan filtrasi, dicuci hingga tingkat pH tertentu dan kemudian dikeringkan.

Untuk identifikasi padatan yang terbentuk dilakukan analisis menggunakan difraktometer sinar X. Jenis reaktan yang digunakan, perbandingan pencampuran yang diambil, lamanya penuaan dan temperatur baik saat penuaan maupun saat proses kristalisasi berlangsung akan menentukan karakter zeolit yang terbentuk.

3. Metodologi

Secara garis besar pembuatan zeolit Y mengikuti prosedur yang telah dilakukan oleh Breck. Menurut Breck, waktu penuaan yang sangat disarankan adalah 24 jam dan waktu kristalisasi 50 jam (kecuali untuk komposisi reaktan $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2 = 0,3$; $\text{SiO}_2/\text{AlO}_3 = 8-10$ dan $\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O} = 40$ selama 142 jam). Oleh karena itu dalam penelitian, sebagai variasi percobaan adalah komposisi campuran reaktan. Komposisi campuran reaktan yang diamati adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Komposisi Campuran Reaktan yang Diamati

Variabel percobaan	Y1	Y2	Y3	Y4
Komposisi mol campuran reaktan:				
$\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$	0,3	0,4	0,5	0,6
$\text{SiO}_2/\text{AlO}_3$	10	20	20	25
$\text{H}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$	40	40	45	50

4. Hasil

Keberhasilan sintesis zeolit ditentukan dengan analisis menggunakan XRD. Dengan XRD dapat ditentukan: jenis/tipe zeolit, kristalinitas dan ukuran satu unit sel (UCS). Dengan mengetahui harga UCS selanjutnya dapat dihitung rasio $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ di dalam kristal.

Untuk identifikasi zeolit dan penentuan kristalinitas diperlukan zeolit Y standar dan pada penelitian ini digunakan zeolit USY komersial (zeolit Y tidak tersedia). Oleh karena itu nilai kristalinitas tidak

ditentukan, karena meskipun USY memiliki pola difraksi yang sama dengan zeolit Y tetapi memiliki kristalinitas yang lebih rendah. Difraktogram zeolit USY komersial, Y₁, Y₂, Y₃ dan Y₄ ditampilkan pada Gambar 1. Gambar 1 memberikan informasi bahwa zeolit Y₃ dan Y₄ merupakan kristalin zeolit Y, sedangkan zeolit Y₁ dan Y₂ berupa amorf.

Ukuran satu unit sel (UCS) zeolit dihitung menggunakan persamaan 1.

$$d_{hkl} = \frac{UCS}{\sqrt{h^2 + k^2 + l^2}} \quad (1)$$

Notasi h, k dan l dalam persamaan 1 merupakan konstanta indeks Miller yang nilainya tertentu untuk harga d_{hkl} tertentu), sedangkan d_{hkl} adalah jarak antar bidang yang nilainya diperoleh dari hasil analisis dengan XRD.

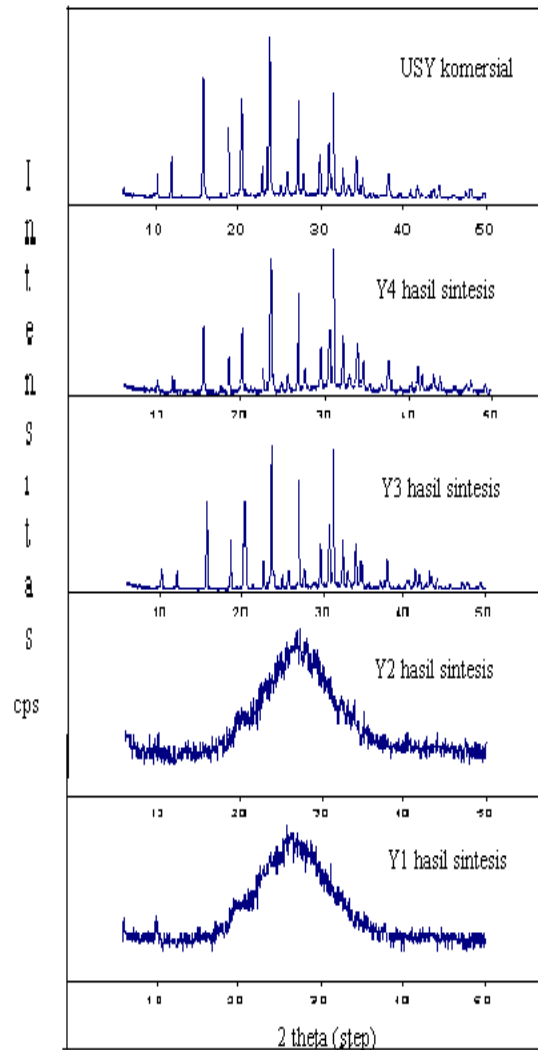
Berdasarkan nilai ucs, rasio SiO₂/Al₂O₃ kristal dapat dihitung, dengan persamaan berikut:

$$\frac{SiO_2}{Al_2O_3} = \frac{51,72 - 2(UCS)}{UCS - 24,191} \quad (2)$$

Nilai rasio SiO₂/Al₂O₃ zeolit Y₃ dan Y₄ dicantumkan pada Tabel 2.

Tabel.2 Nilai Rasio SiO₂/Al₂O₃ Zeolit Y₃ dan Y₄

Zeolit	Rasio SiO ₂ /Al ₂ O ₃ kristal
Y ₃	5,19
Y ₄	3,23



Gambar 1. Perbandingan difraktogram zeolit USY komersial dan zeolit hasil sintesis

Kesimpulan

Pada penelitian ini telah berhasil disintesa zeolit Y dengan rasio SiO₂/Al₂O₃ lebih besar dari 5. Zeolit tersebut disimbolkan dengan zeolit Y₃ yang dibuat dengan lama penuaan 24 jam, komposisi campuran reaktan Na₂O/SiO₂=0,5; SiO₂/AlO₃=20; H₂O/Na₂O=45 dan lama kristalisasi 50 jam. Dengan demikian zeolit Y₃ berpeluang untuk dijadikan komponen aktif katalis perengkahan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonim, *The Grace Davison Guide to Fluid Catalytic Cracking, Part II*, W.R. Grace and Co., Maryland, 1996.
2. Breck, Donal W. and Tonawanda, N.Y.(to Union Carbide Corporation), (21April 1964), *U.S Patent 3,130,007*.
3. Halimatun Hamdan, *Introduction to Zeolit: Synthesis, Characterization and Modification*, Malaysia, 1992.
4. Miller, Stephen J (to Chevron E.S.A. Inc.), (28 Juli 1998), *U.S Patent 5,785,944*.
5. Syofrinaldy, *Mengenal Unit Proses FCC, RFCC dan RCC Kilang Pertamina*, Pertamina, 2001.