

Pengaruh Unsur Serium (Ce) pada Aktivitas Katalis Perengkah Berbasis Zeolit

Oleh:

Oberlin Sidjabat

S A R I

Mengingat sifat minyak bumi semakin berat maka perlu suatu proses dengan menggunakan katalis untuk mengkonversi fraksi berat minyak bumi menjadi bahan bakar minyak. Salah satu proses katalitik yang digunakan adalah perengkahan katalitik (*catalytic cracking*) dengan menggunakan katalis berbasis alumina-silika serta zeolit. Namun katalis tersebut masih memerlukan pengembangan mengingat aktivitas katalis sangat rendah dan juga unjukkerjanya perlu ditingkatkan karena pengaruh terbentuknya karbon yang menutupi permukaan katalis.

Dalam penelitian ini, unsur serium (Ce) ditambahkan pada katalis berbasis zeolit untuk mengetahui pengaruhnya terhadap aktivitas perengkahan dengan umpan *gas oil*. Katalis yang dipreparasi dalam penelitian ini dilakukan dengan metode impregnasi. Katalis dikarakterisasi untuk melihat sifat tesktur dan luas permukaan dan juga sifat keasamannya. Di samping itu uji aktivitas dilakukan dengan menggunakan umpan *gas oil* pada beberapa suhu reaksi (450, 480, dan 510°C).

Penambahan unsur serium menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap luas permukaan, dan menunjukkan perubahan terhadap derajat keasamannya. Sedangkan uji aktivitas yang dilakukan pada suhu 450, 480, dan 510°C, menunjukkan bahwa dengan penambahan unsur serium dapat meningkatkan aktivitas katalis.

Kata kunci: perengkahan katalitik, zeolit, katalis, serium, aktivitas.

ABSTRACT

Since the characteristic of crude oil is getting heavier, consequently it needs a process using catalyst to convert the heavy fraction of crude oil to produce fuel. One of catalytic processing used is catalytic cracking by using catalyst based on alumina, silica and zeolite. However such catalysts should be improved since their activities still low and also their performance should be improved due to carbon formation on surface of the catalyst.

In this research, cerium was added into catalyst based on zeolite to find out its influence on cracking activity with gas oil as feedstock. Preparation of catalyst is conducted by impregnation method. The catalyst was characterized in order to determine its texture, surface area and acidity. Activity test was also conducted at varied reaction temperature (450, 480, and 510°C) by using gas oil as feedstock.

Addition of cerium on the catalyst based on zeolite indicates that the significant differences for surface area and alteration of acidity level. Activity test, which conducted at 450, 480, and 510°C, indicated that addition of cerium can improve the catalyst activity.

Key words: catalytic cracking, zeolite, catalyst, cerium, activity.

I. PENDAHULUAN

Dengan perkembangan teknologi dan pertumbuhan ekonomi, kebutuhan bahan bakar minyak untuk konsumsi dalam negeri (domestik) terus meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak tersebut maka diperlukan suatu proses pengolahan berdasarkan proses katalitik. Seperti diketahui bahwa karakteristik minyak bumi terutama fraksi beratnya semakin besar jumlahnya atau mempunyai berat molekul besar, sehingga diperlukan suatu proses pengolahan untuk merengkah molekul besar menjadi fraksi bensin dan solar, dengan bantuan katalis. Salah satu proses katalitik yang digunakan adalah perengkahan katalitik (*catalytic cracking*) dengan mempertimbangkan penggunaan katalis yang tepat guna karena adanya beberapa logam runutan yang berasal dari umpan dapat menjadi racun katalis [2,4].

Keuntungan penggunaan zeolit sebagai katalis dalam perengkahan katalitik antara lain perengkahan non-selektif terhadap pembentukan karbon dan gas karena struktur porinya [1-4]. Di samping itu, kesuksesan katalis zeolit dalam perengkahan katalitik adalah berdasarkan aktivitasnya yang tinggi dan selektivitas yang baik terhadap produk bensin bila dibandingkan dengan katalis amorf [4,8,9,12]. Beberapa peneliti menggunakan senyawa tertentu seperti senyawa alkali tanah (Ba, Mg, Ca) dan alkali tanah jarang (La, Ce) sebagai campuran dengan katalis zeolit [8-11]. Salah satu penggunaan dari alkali tanah-jarang adalah untuk mengurangi panas reaksi endotermis dan juga untuk mempromosikan reaksi perpindahan hidrogen [8,10].

Metode preparasi katalis juga sangat mempengaruhi karakteristik dan kinerja katalis dan juga untuk menyesuaikan sifat umpan dan kondisi operasinya [5-7].

Penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh unsur serium (Ce) terhadap karakteristik dan aktivitas katalis berbasis zeolit.

II. METODOLOGI

A. Preparasi Katalis

Katalis dipreparasi dengan menggunakan bahan dasar zeolit sintetis dan ditambahkan

unsur serium dalam jumlah tertentu (2-10%-berat) dengan metode impregnasi. Setelah proses impregnasi, katalis kemudian dikeringkan pada suhu 110°C selama 2 jam, dan dilanjutkan dengan proses kalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam.

B. Karakterisasi Katalis

Katalis yang sudah dipreparasi tersebut dikarakterisasi untuk menentukan karakter antara lain

Tabel 1
Karakteristik luas permukaan, volume pori dan ukuran pori dari katalis ZYT dan Ce-ZYT (4%-berat Ce) yang dipreparasi dengan kalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam

No	Katalis	Luas permukaan (m ² /Gr)	Volume pori (mL/Gr)	Ukuran pori (Å)
1	ZYT	435,5	0,2192	10,06
2	Ce-ZYT	371	0,1879	10,12

Tabel 2
Uji keasaman dari katalis ZYT dan Ce-ZYT (2-10%-berat Ce) yang dipreparasi dengan kalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam

No	Katalis	Keasaman (mmol/Gr)
1	ZYT	58,30
2	Ce (2%)-ZYT	52,13
3	Ce (4%)-ZYT	53,51
4	Ce (6%)-ZYT	49,99
5	Ce (8%)-ZYT	49,28
6	Ce (10%)-ZYT	48,66

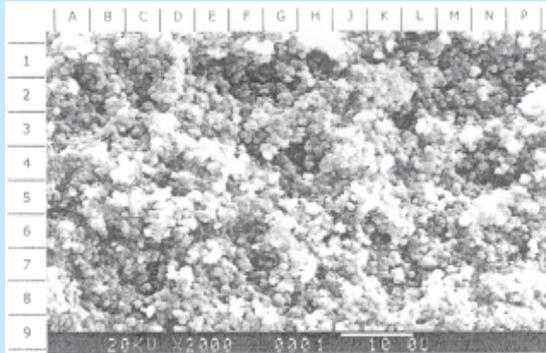
Tabel 3
Uji aktivitas dari katalis ZYT dan Ce-ZYT (4%-berat Ce), yang dipreparasi dengan kalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam, pada suhu reaksi yang divariasikan (450, 480, dan 510°C)

No	Katalis	Aktivitas (%)		
		450°C	480°C	510°C
1	ZYT	24,6	26,5	31,2
2	Ce-ZYT	56,9	58,2	61,3

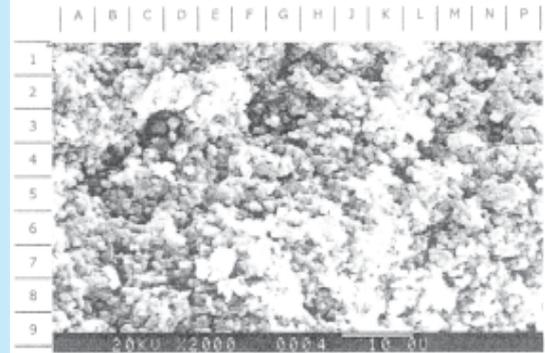
luas permukaan, dan volume pori. Katalis juga diuji dengan alat XRD (Difraksi Sinar-X), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*) untuk melihat sifat tekstur dan sifat keasaman katalis setelah adanya perlakuan kalsinasi dan penambahan unsur serium (Ce).

C. Uji Aktivitas

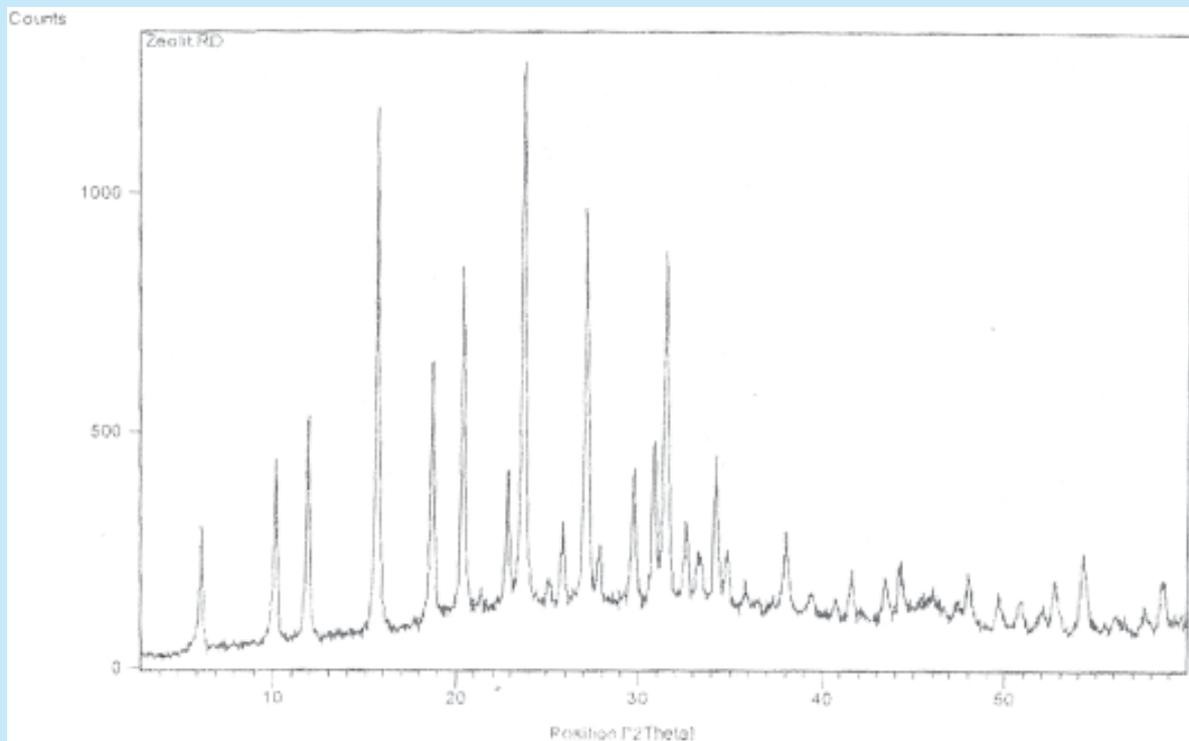
Uji aktivitas katalis dilakukan dengan menggunakan *gas oil* sebagai umpan dalam reaktor unggun tetap (reaktor kecil) pada suhu yang divariasikan: 450, 480, dan 510°C. Umpan diinjeksikan



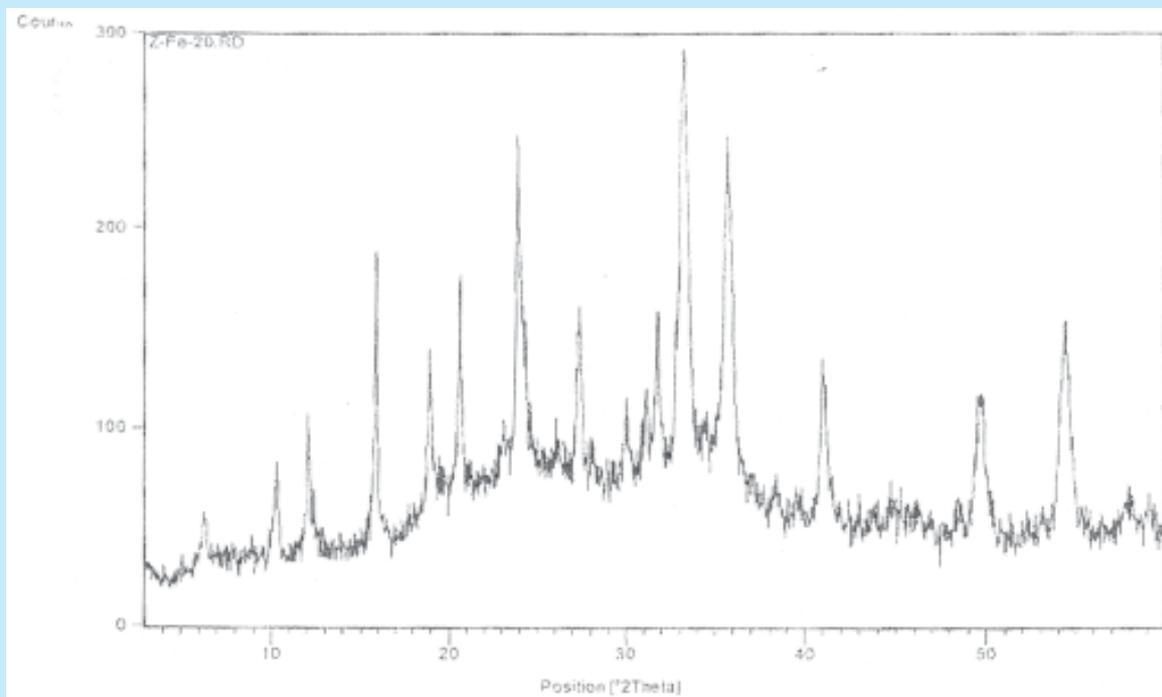
Gambar 1
Scanning Electron Microscopy (SEM) dari katalis ZYT yang dikalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam



Gambar 2
Scanning Electron Microscopy (SEM) dari katalis Ce-ZYT yang dikalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam



Gambar 3
Pola difraksi sinar-X (XRD) dari katalis ZYT yang dikalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam



Gambar 4
Pola difraksi sinar-X (XRD) dari katalis Ce-ZYT yang dikalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

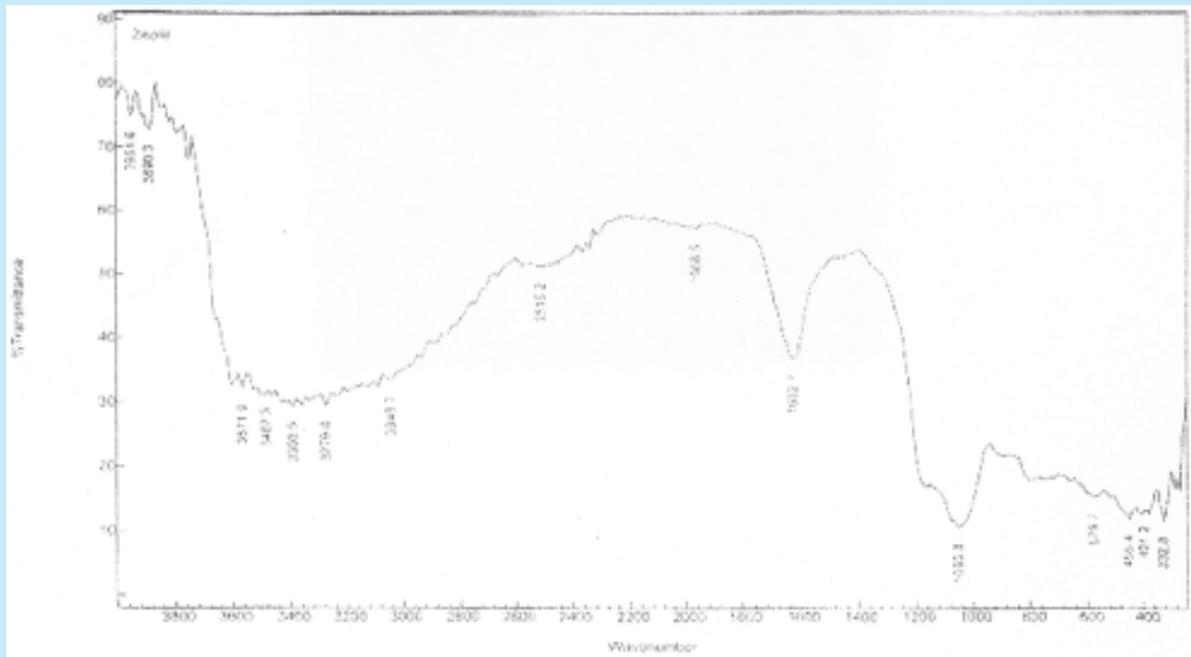
Hasil karakterisasi luas permukaan, volume pori dan ukuran pori dari katalis-katalis yang dipreparasi yaitu zeolit (ZYT) dan zeolit yang mengandung serium sebesar 4%-berat (Ce-ZYT) disajikan pada Tabel 1. Sedangkan hasil karakterisasi SEM disajikan pada Gambar 1 dan 2. Dan hasil karakterisasi difraksi sinar-X (XRD) dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4. Hasil karakterisasi katalis dengan FTIR disajikan pada Gambar 5 dan 6. Hasil uji keasaman katalis disajikan pada Tabel 2. Hasil uji aktivitas dari katalis-katalis yang dipreparasi disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan hasil uji keasaman (Tabel 2) maka untuk pengujian selanjutnya digunakan katalis yang mengandung serium sebesar 4%-berat. Pemilihan ini berdasarkan derajat keasaman katalis yang nilainya mendekati derajat keasaman zeolit. Dari hasil ini terlihat bahwa dengan penambahan unsur serium sangat mempengaruhi derajat keasaman katalis yaitu makin menurun dengan bertambah besar jumlah serium yang ditambahkan. Dalam hal ini terjadi reaksi netralisasi asam-basa karena unsur serium bersifat basa.

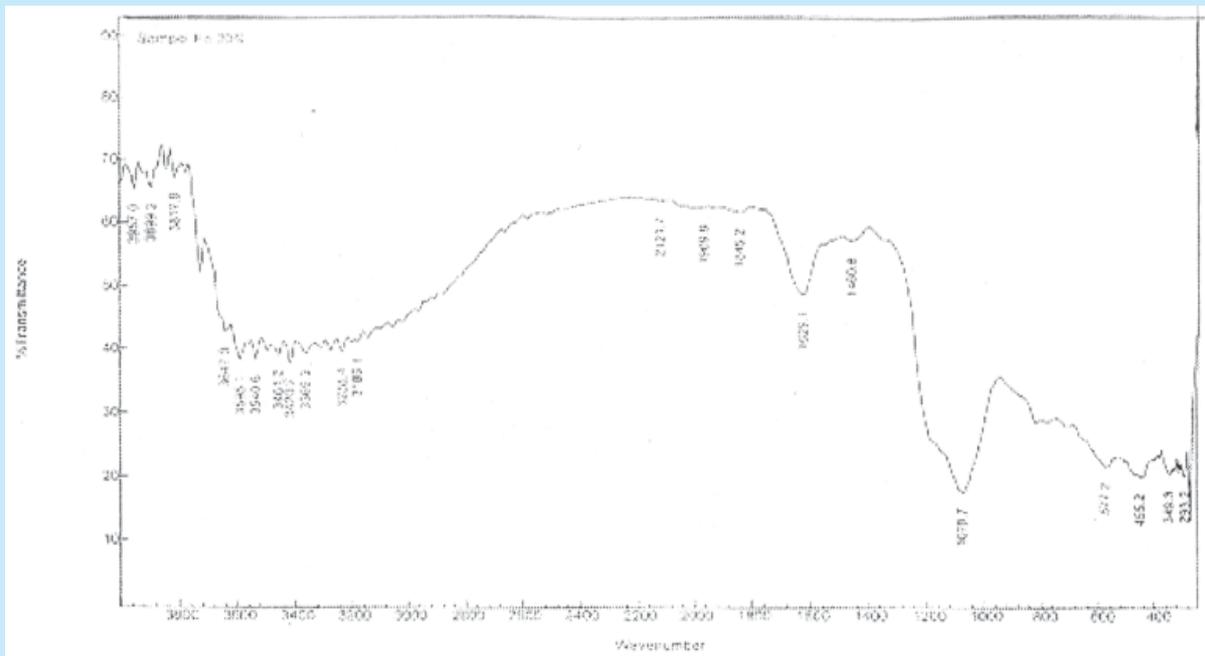
Dari Tabel 1 terlihat bahwa luas permukaan katalis setelah perlakuan penambahan unsur serium menyebabkan penurunan nilai atau besaran karena adanya pemblokatan atau penutupan pori dan hal ini juga terlihat dari penurunan volume porinya. Sedangkan ukuran porinya bertambah, meskipun tidak terlalu signifikan, bila dibandingkan dengan besaran (nilai) sebelum penambahan unsur serium. Apabila dilihat dari ukuran pori yang dihasilkan dari katalis yang dipreparasi maka katalis tersebut termasuk dalam ukuran mikro-pori (< 20Å).

Penyebaran unsur serium pada permukaan zeolit adalah merata bila dilihat atau dibandingkan berdasarkan karakteristiknya seperti ditunjukkan karakterisasi SEM (bandingkan Gambar 1 dan 2) dan difraksi sinar-X (Gambar 3 dan 4) dan tidak terjadi penggumpalan (aglomerisasi) partikel-partikel katalis setelah kalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam. Hal ini sangat baik untuk suatu proses katalitik yaitu agar dapat terjadi kontak secara merata pada waktu proses reaksi antara reaktan pada permukaan katalis.

Uji aktivitas sangat penting untuk mengetahui lebih lengkap dari kinerja suatu katalis dan sangat erat



Gambar 5
Spektra FTIR dari katalis ZYT yang dikalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam



Gambar 6
Spektra FTIR dari katalis Ce-ZYT yang dikalsinasi pada suhu 450°C selama 4 jam

hubungannya dengan karakteristik katalis sehingga akan lebih mudah untuk mengevaluasi kinerja suatu katalis. Dari hasil uji aktivitas katalis yang dipreparasi dengan umpan *gas oil*, terlihat bahwa suhu sangat berpengaruh terhadap aktivitas katalis yaitu semakin tinggi suhu reaksi semakin besar aktivitas katalis. Demikian juga terlihat bahwa penambahan unsur serium sangat berpengaruh secara signifikan dengan bertambahnya aktivitas katalis (Tabel 3). Dalam hal ini sangat jelas bahwa keasaman katalis juga sangat berperan dalam reaksi perengkahan, maka perlu ada keseimbangan keasaman katalis untuk dapat mengoptimalkan selektivitas produk.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

- Untuk mendapatkan karakteristik suatu katalis seperti luas permukaan, volume pori dan ukuran pori tertentu dalam merancang katalis sangat dipengaruhi oleh perlakuan dan/atau penambahan suatu bahan tertentu dalam preparasi katalis.
- Penambahan unsur serium (Ce) menunjukkan penurunan luas permukaan dan volume pori karena adanya penutupan atau pemblokkan pori.
- Ukuran pori yang dihasilkan dari katalis yang dipreparasi dalam penelitian ini adalah mikro-pori ($< 20\text{\AA}$).
- Hasil uji keasaman menunjukkan bahwa penambahan unsur serium (Ce) dapat menurunkan derajat keasaman katalis zeolit.
- Penambahan unsur serium (Ce) dalam perengkahan katalitik berbasis zeolit dapat

meningkatkan aktivitas katalis dengan umpan *gas oil*. Suhu reaksi juga sangat berpengaruh terhadap aktivitas katalis yaitu semakin tinggi suhu reaksi semakin besar aktivitas katalis.

KEPUSTAKAAN

1. Cunzhu, L. and Zhao, C., (2001), Minimising FCC Gasoline Olefin, *Hydrocarbon Asia*, July/August, 44
2. Gonzalez, R. G., (1999), Refiners Report "Varied" Benefits of Combining Process Additives with FCC Operational Improvements, *World Refining*, May/June, 49
3. Improve FCC Performance by Using the Best Catalyst, www.refiningonline.com/EngelhardKB
4. Lane, P.A. and Yanik, S. J., (2000), Resid Catalyst Technology for Low Coke and Metals Resistance, *Hydrocarbon*, April, 28
5. Moorehead, E. L., Margolis, M.J. and McLean, J. B., (1989), Evaluation of Fluid Cracking Catalysts, ACS Symposium Series 411, 120, American Chemical Society, Washington DC
6. Richardson, J.T., (1989), Principles of Catalyst Development, Plenum Press, New York
7. Stiles, A. B. and Koch, T.A., (1995), "Catalyst Manufacture", 2nd Ed., Marcel Dekker, New York
8. US Patent No. 5,993,645
9. US Patent No. 4, 791,084
10. US Patent No. 5,538,624
11. US Patent No. 5,739,072
12. Woltermann, G. M., Dodwell, G. and Lerner, B., (1996), 1996 NPRA, March 17-19, San Antonio.