

Penentuan Energi Aktivasi (Ea) dan Orde Reaksi pada Reaksi Katalitik Hidrorengkah n-Heksadekana Menggunakan Katalis Nikel-Zeolit Alam

Ilham Salim

*Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Cenderawasih
Jayapura*

Email : ilhamkimia@yahoo.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang preparasi zeolit alam yang teremban logam nikel dilanjutkan dengan uji aktivitas melalui reaksi katalitik n-Heksadekana. Pengembanan nikel pada sampel zeolit dilakukan dengan metode pertukaran ion dengan larutan prekursor $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ dengan konsentrasi 0,006M Kandungan nikel pada katalis ditentukan dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Reaksi hidrorengkah menggunakan reaktor sistem *fixed bed*. Kajian katalisasi juga dilakukan pada temperatur yang bervariasi dari $315^{\circ}\text{C} - 450^{\circ}\text{C}$ pada kandungan nikel tertentu. Hasil fraksi cair dianalisis dengan menggunakan GC-MS. Serta Penentuan Ea dan Orde reaksi dengan menggunakan perhitungan regresi linear. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Reaksi katalitik dengan menggunakan katalis Ni-Zeolit alam pada proses hidrorengkah n – Heksadekana adalah reaksi orde satu. Sedangkan energi Aktivasi atau energi pengaktifan (Ea) reaksi katalitik pada proses hidrorengkah n-Heksadekana dengan menggunakan katalis Ni-Zeolit alam dengan kadar nikel 2,0% (b/b) adalah sebesar $127,071\text{kJmol}^{-1}$.

Kata kunci : zeolit alam, katalis, hidrorengkah, energi aktivasi, orde reaksi

. PENDAHULUAN

Indonesia melalui Pertamina telah mengimport zeolit sintetis dalam jumlah yang banyak. Harga zeolit import ini akan sangat tinggi sebagai akibat dari melemahnya nilai tukar rupiah terhadap dollar Amerika Serikat. Oleh karena itu perlu diupayakan alternatif penggunaan

zeolit alam yang jumlahnya sangat melimpah di bumi Indonesia sebagai pengemban katalis. Beberapa daerah di Indonesia telah ditemukan kandungan zeolit alamnya. Seperti di daerah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Jawa Barat, Bantenj, Lampung dll. Propinsi Papua diperkirakan juga memiliki kandungan zeolit alam.

Penggunaan katalis dan pengemban dari zeolit diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih selektif, lebih optimal serta memberikan hasil yang nilai ekonomisnya lebih besar. Hal ini akan berbeda hasilnya jika proses konversi dilakukan tanpa katalis dan pengemban. Pada konversi tanpa katalis pengemban, proses untuk menghasilkan produk yang diinginkan akan bekerja pada suhu dan tekanan operasi yang cukup tinggi dan akan berdampak pada biaya operasional yang besar (kurang ekonomis) serta kemungkinan hasilnya kurang selektif.

Sebagaimana telah diketahui bahwa zeolit merupakan bahan pengemban yang paling umum digunakan dewasa ini. Bahan pengemban ini dapat ditemukan menurut proses pembentukan sebagai zeolit sintetis maupun zeolit alam. Zeolit alam tidak sama kandungan pengotor (keheterogenan penyusunnya selain kerangka dasar (*framework*) dan jenisnya antara satu tempat dengan tempat yang lain dimana zeolit alam ditemukan. Menurut Vansant(1990), menyimpulkan bahwa secara umum zeolit dapat didefinisikan sebagai suatu kristal alumina silika dengan struktur kerangka dasar tetrahedral berongga yang dapat berisi kation – kation dan molekul air yang bebas bergerak. Zeolit terdiri atas gugusan alumina dan gugusan silika- oksida yang masing – masing berbentuk tetrahedral dan saling dihubungkan oleh atom oksigen sedemikian rupa sehingga membentuk

kerangka tiga dimensi. Adanya rongga atau pori yang terdistribusi dalam zeolit akan berkaitan dan berpengaruh langsung terhadap luas permukaan.

Dewasa ini, dengan berkembangnya industri pengilangan minyak bumi dan industri petrokimia serta berbagai industri hilir lainnya di Indonesia maka akan memerlukan aneka ragam katalis dan pengemban yang lebih dikhususkan pada pengemban dari zeolit baik zeolit sintetis maupun zeolit alam untuk menjalankan proses-proses kimia. Katalis umumnya diartikan sebagai bahan yang dapat mempercepat suatu reaksi kimia menjadi produk. Logam – logam transisi merupakan logam yang umum digunakan sebagai katalis, baik berupa logam murni, oksida logam maupun sebagai logam – pengemban.

Salah satu referensi untuk mengetahui seberapa baiknya katalis maka perlu ditentukan energi aktivitasnya. Dalam penelitian ini untuk mengetahui energi aktivitas katalis zeolit alam ataupun nikel zeolit alam yaitu zeolit yang diemban dengan logam nikel maka dipakai bahan baku n-Heksadekana yaitu alkana rantai lurus sebagai model yang akan menunjukkan terjadinya reaksi katalitik pada proses hidorengkah (*hydrocracking*). Reaksi hidorengkah merupakan suatu reaksi eksotermis tanpa perubahan jumlah molekul. Proses hidorengkah adalah suatu proses perengkahan hidrokarbon secara katalitik

dengan injeksi hidrogen pada temperatur tinggi dan tekanan tertentu untuk mendapatkan hasil reaksi mempunyai berat molekul lebih rendah. Pada umumnya proses hidrorengkah ini dapat dipakai untuk mengkonversi distilat sedang, distilat berat dan deasphalting oil menjadi bensin, kerosin, minyak diesel. Penelitian tentang katalis dengan menggunakan zeolit sebagai bahan pengemban telah banyak dilakukan. Arroyo dkk (2000), mengamati proses hidrorengkah dan isomerisasi senyawa campuran n-parafin dan gas oil menggunakan katalis Pt/ZSM-22. Dari hasil penelitian tersebut dilaporkan bahwa adanya proses pemutusan ikatan C—C pada posisi beta (β) dalam proses perengkahanhidro. Joo dkk (1997), memanfaatkan katalis zeolit dengan kombinasi logam Ni-Mo sebagai katalis perengkahanhidro terhadap hasil pirolisis plastik. Penelitian ini berhasil mengkonversi komponen plastik tersebut menjadi komponen nafta. Scherer dan Ritcher 1978), mengemukakan bahwa penggunaan zeolit Y memiliki selektivitas yang tinggi dalam perengkahan minyak bumi (Hegedus,1985). Isoda dkk (1998), telah mengemban logam Ni, Co dan Fe ke dalam zeolit Y yang digunakan sebagai katalis perengkahanhidro senyawa hidrokarbon rantai $C_{15} - C_{32}$ dan cincin aromatik beranggota 3 – 4 dalam bahan vacuum gas oil. Dari hasil penelitian dilaporkan bahwa katalis Ni-Y mampu

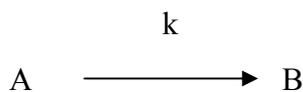
mengkonversi hidrokarbon rantai $C_{15} - C_{32}$ dan cincin aromatik beranggota 3 – 4 lebih baik daripada katalis zeolit Y dengan logam teremban Co dan Fe.

Pada proses hidrorengkah katalis yang umum digunakan adalah katalis heterogen. Logam Ni seperti yang telah digunakan oleh Isoda dkk (1998) sebagai katalis yang diemban pada zeolit Y merupakan logam transisi pada sistem periodik. Bahan baku yang dipergunakan pada proses hidrorengkah ini adalah sangat fleksibel yaitu mulai dari fraksi ringan sampai dengan fraksi berat antara lain , fraksi nafta ,fraksi gas, distilat vakum. Kebutuhan hidrogen total pada proses hidrorengkah tergantung pada jenis bahan baku yang diolah dan jenis produk yang diinginkan. Posisi katalis di dalam reaktor adalah tetap (*fixed bed*).Bahan baku yang telah menjadi fasa gas serta terus diinjeksi dengan gas hidrogen akan melewati katalis hingga terjadi reaksi katalitik untuk menghasilkan suatu produk. Situs asam pada katalis misalnya katalis zeolit nikel dapat menghasilkan produk perengkahan. Jika situs asamnya makin kuat maka akan menghasilkan produk perengkahan yang tinggi pula.

Nikel yang diemban pada bahan pengemban (zeolit) dibuat dengan merendam zeolit dalam larutan ion $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6]^{2+}$ dimana logam nikelnya diperoleh dari larutan garam nitratnya

Ni(NO₃)₂.6H₂O. Partikel nikel yang telah terdispersi/teremban pada permukaan zeolit (pengemban) kemudian dilakukan kalsinasi, oksidasi serta diakhiri dengan reduksi untuk mendapatkan partikel nikel yang terdispersi secara merata dan meluas pada permukaan zeolit. Hasil dari proses – proses tersebut adalah suatu katalis nikel bahan pengemban (Ni-Zeolit) yang siap dilakukan uji aktivitasnya.

Laju reaksi dapat didefinisikan sebagai perubahan konsentrasi persatu satuan waktu. atau berkurangnya konsentrasi reaktan persatu satuan waktu. Misalnya reaksi orde satu:

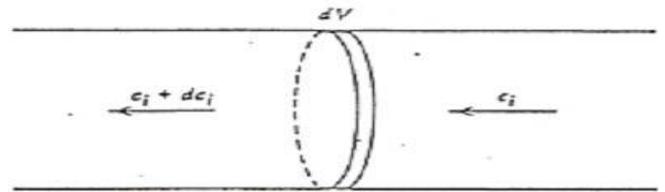


Maka Laju Reaksi, $r = \frac{dc}{dt} = -k c$ (1)

Dimana : c = konsentrasi A
 k = tetapan laju reaksi

Pada reaksi katalitik untuk mengetahui laju reaksi digunakan metode alir (Moore,1981). Metode alir adalah cara terbaik untuk mendeteksi reaksi yang terjadi sangat cepat dimana reagen tidak dicampur sebelum memasuki reaktor. Persamaan dasar untuk *plug flow* reaktor, diturunkan dari sebuah reaktor tabular dengan luas penampang lintang konstan A seperti yang ditunjukkan dalam gambar 1, bahwa aliran mapan

(*steady flow*) u yang dinyatakan sebagai volume persatuan waktu.



Gambar 1 : Volume silinder sistem flow

Memilih suatu elemen volume silinder kecil dV dan konsentrasi suatu komponen i yang masuk ke unit itu adalah c_i dan konsentrasi yang meninggalkan unit adalah c_i + dc_i dan meninggalkan reaksi kimia dengan laju yang sama dengan r_i. Laju ini merupakan bentuk merupakan bentuk persamaan kimia biasa dan merupakan suatu fungsi laju konstan atas seluruh reaksi yang meliputi komponen i dan atas berbagai konsentrasi di dalam unit volume. Laju perubahan waktu i persatuan waktu di dalam unit volume (Moore,1981) adalah :

$$\frac{dni}{dt} = r_i dV - u dc_i \text{(2)}$$

Setelah keadaan *steady* dicapai maka konsentrasi masing-masing komponen dalam masing-masing elemen volume menjadi konstan. Komposisi dari satu unit ke unit berikutnya berbeda. Dalam keadaan *steady* berlaku:

$$r_i dV = u dc_i \text{(3)}$$

Bentuk ini jika diintegrasikan memberikan hasil sebagai berikut :

$$\frac{v}{u} = \int_{c_0}^c \frac{dci}{ri} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana c_0 adalah konsentrasi komponen ai yang masuk ke dalam ruangan reaksi dan V adalah volume reaktor yang dilewati oleh reaktan dengan konsentrasi c . Dalam reaksi katalitik pada reaktor yang posisi katalisnya tetap volume merupakan volume ruah (v). Dari persamaan di (1) disubstitusikan ke persamaan (4) dan diintegrasikan memberikan hasil

$$k = \frac{u}{v} \ln \frac{c_0}{c} \dots\dots\dots (5)$$

Persamaan ini dapat pula ditulis sebagai berikut :

$$k = \frac{u}{v} \ln \frac{1}{(1-x)} \dots\dots\dots (6)$$

- Dimana : k = tetapan laju reaksi (menit^{-1})
- u = laju alir gas (mLmenit^{-1})
- v = volume ruah (ml)
- x = konversi

Dengan mengetahui harga tetapan laju reaksi (k) , maka akan diperoleh informasi mengenai laju suatu reaktan menjadi produk. Jika dihubungkan dengan bentuk lain persamaan Arrhenius yaitu :

$$k = A e^{-Ea/RT} \dots\dots\dots (7)$$

$$\ln k = -\frac{Ea}{RT} + \ln A \dots\dots\dots (8)$$

maka, dari persamaan ini dengan mengasumsikan bahwa reaksi proses perengkahan n-heksadekana adalah orde satu energi pengaktifan (Ea) dapat diketahui melalui *slope* (kemiringan) grafik $\ln k$ lawan $1/T$ yang grafiknya menghasilkan garis lurus . Energi pengaktifan (Ea) dianggap konstan terhadap variasi temperatur. *Slope* = - Ea / R dan intersep adalah A merupakan faktor Arrhenius. Energi pengaktifan adalah energi minimum yang dibutuhkan oleh reaktan untuk membentuk senyawa antara sebelum reaktan diubah menjadi produk. Dengan adanya katalis maka diharapkan akan menurunkan energi pengaktifan (Ea) yang dimiliki oleh suatu reaksi sebelum reaktan diubah menjadi produk.

Tujuan daripada penelitian ini adalah menentukan orde reaksi katalitik pada proses hidrorengkaho n-Heksadekana dan menentukan energi pengaktifan (Ea) katalis nikel- zeolit alam (Ni-Zeolit alam) setelah melakukan reaksi katalitik pada proses hidrorengkah n-keksadekana.

METODE PENELITIAN

Peralatan yang Digunakan:

Cawan porselin, Neraca, Krus teflon, Seperangkat reaktor (untuk uji aktivasi), Kromatografi gas – Spektroskopi Massa (GC- MS) Shimadzu QP 5000, AAS (Atomic adsorbtion Spectrofotometry) Nippon Jarrel Ash AA-782, alat-alat gelas lainnya.

Bahan-bahan yang Digunakan :

Zeolit alam aktif dari PT Prima Zeolita Yogyakarta, Akuades, Amoniak (E.Merck, 25%), Kertas whatman 42 , Amoniumnitrat (E.Merck), Nikel (II) nitratheksahidrat (E.Merck), n-Heksadekana (E.Merck), Glass Wool , Etanol (E. Merck).

Prosedur Penelitian

Pembuatan H-Zeolit

1. Zeolit alam aktif digerus kemudian diayak untuk mendapatkan partikel dengan ukuran lebih kecil dari 250 mesh.
2. Sampel zeolit alam aktif) dipanaskan mencapai temperatur 250°C selama 5 jam setelah temperatur ini dicapai.
3. Kemudian sampel dibiarkan menjadi dingin, kemudian direndam ke dalam larutan NH_4NO_3 1,5M serta diaduk selama 24 jam selanjutnya sampel dicuci dengan akuades secukupnya.

4. Setelah air cucian dibuang, sampel dipanaskan sampai kering di dalam oven pada temperatur 130°C.
5. Sampel dikalsinasi pada temperatur 500°C selama 4 jam di dalam tanur, sehingga diperoleh HZeolit (HZ).

Pengembangan Logam Nikel pada H-Zeolit

Pengembangan logam nikel pada pengemban dapat dilakukan dengan cara pertukaran ion (Augustine, 1990).

Dalam pertukaran ion, logam nikel diperoleh dari larutan garam nitratnya, yaitu $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6(\text{H}_2\text{O})$, yang kemudian diubah menjadi bentuk kation kompleks heksam nikel (II) atau $\{\text{Ni}(\text{NH}_3)_6\}^{2+}$ sebagai kation penukar. Bentuk ion nikel (II) heksam dapat terperangkap lebih stabil dalam zeolit karena ukuran jari-jarinya menjadi lebih besar dibandingkan sebelum dalam bentuk ion nikel (II) heksam. Prosedur sebagai berikut:

1. Sampel HZeolit (direndam ke dalam larutan kompleks ion nikel (II) heksam, masing-masing pada konsentrasi 0,06M
2. Selanjutnya campuran diaduk selama 24 jam, lalu disaring.
3. Setelah itu campuran dikeringkan, kemudian dimasukkan ke dalam reaktor untuk dikalsinasi dan dialiri gas nitrogen selama 5 jam pada temperatur 500°C selanjutnya dioksidasi dengan

- mengalirkan gas oksigen pada temperatur 400°C selama 3 jam.
4. Tahap berikutnya direduksi yaitu dialiri gas hidrogen selama 2 jam pada temperatur 350°C untuk mendapatkan distribusi nikel yang bermuatan nol pada permukaan pori bahan pendukung zeolit .
 5. Selanjutnya uji kandungan nikel menggunakan AAS (Atomic adsorbtion Spectrofotometry)

Uji Aktivitas pada Proses Hidrorengkah

Bahan baku (n-parafin /n-Heksadekana) dimasukkan dalam suatu wadah tahan panas, katalis disiapkan dan ditempatkan dalam reaktor kemudian dimasukkan dalam furnace (pemanas). Katalis yang posisinya tetap dalam reaktor kemudian dipanaskan sampai temperatur 315°C. Bahan baku normal heksadekana dipanaskan sambil diinjeksi atau dialiri gas hidrogen secara kontinyu dengan laju alir 200 mL/menit. Setelah bahan baku menguap akan melewati katalis yang telah dipanaskan pada temperatur tersebut di atas. Perbandingan bahan baku dan katalis 3 : 1 (dalam gram). Hasil reaksi katalitik pada proses hidrorengkah kemudian dialirkan dalam suatu pendingin sehingga berwujud cair, selanjutnya hasilnya ditampung dalam suatu wadah yang telah ditimbang dan diketahui beratnya. Selanjutnya berat wadah dan cairan yang berhasil ditampung

dilakukan penimbangan, selisihnya adalah berat cairan yang berhasil ditampung hasil proses hidrorengkah. Tahap berikutnya, cairan tersebut dianalisa lebih lanjut. Kemudian dilakukan pengulangan. Perlakuan proses hidrorengkah berikut adalah pada 365°C, 415°C dan 450°C.

Untuk menghitung konversi (%) dinyatakan dengan perumusan sebagai berikut (Arroyo, 2000) :

$$X_i = \frac{F_i^0 + F_i}{F_i^0} \quad (8)$$

Dimana : X_i = konversi komponen i

F_i^0 = berat mula-mula atau % area mula-mula

F_i = berat yang tidak terengkah atau % area sisa yang tidak terengkah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Hasil Penentuan Kadar Nikel dan Uji Aktivitas pada Proses Hidrorengkah

Setelah dilakukan perendaman zeolit alam aktif dengan larutan prekursor 0,06M kemudian ditentukan kadar nikel yang terkandung dalam zeolit diperoleh kadar nikel sebesar 2,0 %(b/b), Selanjutnya dilakukan uji aktivitas katalis Ni-zeolit

tersebut. Hasil uji aktivitas melalui reaksi katalitik pada proses hidrorengkah diperoleh berupa konversi n-Heksadekana menjadi bagian-bagian yang mempunyai jumlah atom C lebih kecil dari jumlah atom C n-Heksadekana (C₁₆). Pada proses hidrorengkah dalam penelitian ini, perlakuan reaksi katalitik dimulai pada temperatur 315°C. Titik didih n-Heksadekana 297°C, sehingga pada temperatur 315°C diharapkan telah terjadi konversi. Hasil hidrorengkah berupa gas dilewatkan pada suatu sistem pendingin, hingga diperoleh hasil dalam wujud cair. Hasil dalam wujud cair ditimbang kemudian dibandingkan dengan berat n-Heksadekana mula-mula sebelum perlakuan proses hidrorengkah. Selanjutnya dapat dihitung konversi dari n-Heksadekana dengan membandingkan umpan (n-Heksadekana) mula-mula yaitu berat pada saat sebelum proses hidrorengkah dan berat hasil proses hidrorengkah yang dapat ditampung dalam wujud cair serta yang tidak dapat ditampung dalam wujud cair. Analisa hasil cairan yang berhasil ditampung dengan menggunakan GC yaitu membandingkan hasil kromatogram yang terdapat pada umpan (n-Heksadekana awal sebelum direngkah) dimana puncaknya muncul pada waktu retensi 23,684 menit. n-Heksadekana sisa yang tidak terkonversi puncaknya muncul pada waktu retensi berkisar 23,684 menit.

Tabel 1 berikut adalah hasil cairan

yang berhasil ditampung pada proses hidrorengkah katalis Ni-zeolit alam

Tabel 1 : Konversi (%) cairan hasil proses hidrorengkah n-Heksadekana dengan katalis Ni-Zeolit alam dengan kadar nikel 2,0 %(b/b)

No.	Temp. Reaksi (°C)	Berat n- heksadekana dan	
		hasil Hidrorengkah (g)	% konversi
1	315	2,65	0,33
2	365	2,40	1,20
3	415	2,00	2,24
4	450	1,32	0,51

Dari data pada tabel 1 di atas terlihat bahwa untuk selang temperatur di atas pada proses hidrorengkah n-Heksadekana menghasilkan konversi yang mempunyai kecenderungan makin besar nilainya, namun jika dilihat hasil proses hidrorengkah yang dapat ditampung setelah melewati sistem pendingin, maka dapat diprediksi adanya sebagian hasil proses hidrorengkah yang tidak dapat diubah menjadi wujud cair. Indikasinya juga dapat dilihat dari hasil proses hidrorengkah yang tertampung dalam wujud cair beratnya berkurang seiring dengan meningkatnya temperatur reaksi katalitik. Oleh karena itu perlu dihitung secara gravimetri agar dapat diperoleh konversi totalnya.

Tabel 2 berikut adalah data konversi hasil hidrorengkah n-Heksadekana katalis Ni-Zeolit alam dengan kadar nikel 2,0 %(b/b)

Tabel 2 : Konversi (%) secara gravimetri katalis Ni-Zeolit alam dengan kadar nikel 2,0 %(b/b)

No.	Temp. Reaksi (°C)	Berat hasil proses Hidrorengkah dalam wujud cair (g)	Berat yang tidak Dapat ditampung Dalam wujud cair (g)	Faktor koreksi (g)	% Konversi
1	315	2,65	0,35	0,35	0,00
2	365	2,59	0,41	0,35	2,00
3	415	2,27	0,73	0,35	12,67
4	450	1,58	1,42	0,35	34,67

Dari data perhitungan secara gravimetri tersebut di atas terlihat bahwa ada peningkatan konversi n-Heksadekana seiring naiknya temperatur reaksi katalitik. Dengan adanya sebagian hasil proses hidrorengkah yang tidak dapat dicairkan setelah melewati sistem pendingin yang dipakai, ternyata dapat dipakai sebagai indikasi terjadinya konversi. Pada temperatur 450°C konversi naik menjadi 34,67 %.

Tabel 3 berikut adalah data hasil konversi total yaitu menjumlahkan konversi yang dihitung secara gravimetri karena adanya bagian hasil proses hidrorengkah yang tidak dapat ditampung sebagai cairan setelah dilewatkan pada sistem pendingin dengan nilai konversi yang diperoleh dari gas yang berhasil ditampung sebagai cairan setelah dilakukan analisa dengan gas

kromatografi (GCMS). Nilai konversi total ini adalah hasil proses hidrorengkah dengan memakai katalis nikel zeolit alam.

Tabel 3 : Hasil konversi total (%) n-Heksadekana dengan katalis Ni-Zeolit alam

No.	Temp. reaksi (°C)	Hasil Konversi dengan GCMS (%)	Hasil konversi secara gravimetri (%)	Konversi total (%)
1	315	0,33	0,00	0,33
2	365	1,20	2,00	3,20
3	415	2,24	12,67	14,91
4	450	0,51	34,67	35,18

Hasil penentuan konversi total dengan menggunakan katalis Ni-zeolit alam pada proses hidrorengkah n-Heksadekana memperlihatkan adanya kenaikan konversi total seiring dengan meningkatnya temperatur reaksi katalitik. Pada konversi total katalis Ni-Zeolit alam terlihat nilai konversinya yang rendah sampai temperatur 450°C dapat disebabkan oleh keheterogenan yang terdapat dalam zeolit alam selain kerangka dasar (*framework*). Di dalam zeolit alam terdapat sejumlah pengotor (komponen lain selain kerangka dasar) yang dapat mempengaruhi terjadinya konversi n-Heksadekana menjadi senyawa yang lebih pendek rantai C nya.

Hasil Penentuan Energi Aktifitas (Ea)

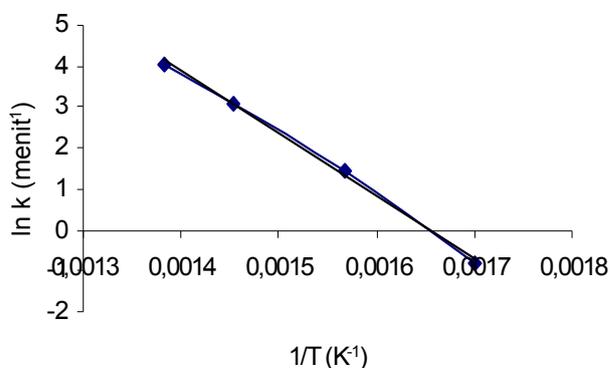
Hasil penentuan tetapan laju (k) dengan menggunakan persamaan (6) terlihat pada tabel 4 berikut:

Tabel 4 : Harga tetapan laju reaksi (k) untuk katalis Ni-Zeolit alam Kadar Nikel 2,0%(b/b)

No.	Temp. reaksi (°C)	Konversi Total (x)	Tetapan laju Reaksi (k)(men ⁻¹)
1	315	0,0033	0,4400
2	365	0,0320	4,3364
3	415	0,1491	21,5281
4	450	0,3518	57,8280

Dari data di atas juga diperoleh bahwa harga tetapan laju reaksi (k) semakin besar dengan kenaikan temperatur reaksi katalitik dan berarti pula aktivitas semakin tinggi. Untuk mengetahui besarnya energi pengaktifan dengan katalis Ni-Zeolit alam dapat ditentukan dengan bantuan grafik 1 . Dari grafik ini diperoleh Ea (energi pengaktifan) sebesar 127,071 kJmol⁻¹. Harga ini juga menggambarkan energi minimum yang dibutuhkan oleh reaktan dengan katalis Ni-Zeolit alam untuk membentuk senyawa antara sebelum reaktan diubah menjadi produk. Kebutuhan energi yang lebih banyak ini dapat disebabkan oleh adanya keheterogenan dari penyusun atau pembentuk zeolit alam selain kerangka dasarnya yang keberadaanya dapat mengganggu atau sebagai penyebab

terhambatnya reaksi katalitik. Disamping itu kedudukan logam yang terdispersi dalam zeolit jika terjadi penumpukkan akan turut berpengaruh pada jalannya reaksi katalitik yaitu menyebabkan kontak dengan reaktan tidak maksimal. Penumpukkan logam ini dapat disebabkan oleh rerata jari-jari pori yang cukup besar pada zeolit alam maupun luas permukaan spesifik pada zeolit alam yang kecil.



Gambar grafik 1 : Grafik ln K (men⁻¹) VS 1/T (K⁻¹) untuk reaksi katalitik dengan katalis Ni-ZA pada proses hidorengkah n-Heksadekana

KESIMPULAN

Sebagai kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Reaksi katalitik dengan menggunakan katalis Ni-Zeolit alam pada proses hidorengkah n – heksadekana adalah reaksi orde satu.
2. Energi pengaktifan (Ea) reaksi katalitik pada proses hidorengkah n-Heksadekana dengan menggunakan

katalis Ni-Zeolit alam sebesar $127,071 \text{ kJmol}^{-1}$.

3. Keheterogenan penyusun zeolit alam selain kerangka dasar (*framework*) dapat mempengaruhi terjadinya konversi pada reaksi katalitik.

SARAN

Perangkat reaktor *hydrocracking* perlu dihubungkan dengan alat GC atau alat GC-MS sehingga hasil perengkahan reaksi katalitik tidak perlu dicairkan sebelum dianalisa dengan alat GC atau GC-MS

DAFTAR PUSTAKA

- Arroyo Munoz, J.A., Martens, G.G, Froment, G.F, Marin, G.B, Jacobs, P.A, Martens, and J.A., 2000, *Hydrocracking Isomerization of n-Paraffin Mixtures and a Hydrotreated Gas Oil on Pt/ZSM-22: Confirmation of Pore Mouth and Key-lock Catalysis in Liquid Phase*, Elsevier Science B.V.
- Augustine, J.R., 1990, *Heterogeneous Catalysis For The Synthetic Chemist*, First Edition, Marcel Decker, Inc. New York.
- Benito, A.M and Martines, M.T., 1996, *Catalytic Hydrocracking of an Aspaltenic Coal Residu*, ACS: Energy and Fuel, Volume 10
- Gates, B.C, Katzer, J.R , Schuts, G.C.A., 1979, *Chemistry of Catalytic Processes*, Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Hegedus, L.L., 1987, *Catalyst Design Progress and Perspective*, John Willey and Sons Inc, New York.
- Isoda, T, Kusokabe, K and Marooka, S., 1998, *Reactivity and Selectivity for The Hydrocracking of Vacuum Gas Oil over Metal Loaded and Dealuminated Y-Zeolites*, ACS: Energy and Fuel, Volume 12.
- Joo, H.S and Guin, J.A., 1997, *Hydrocracking of a Plastic Pyrolysis Gas Oil to Naptha*, ACS: Energy and Fuel, Volume 11.
- Moore, J.W and Pearson, R.G., 1981, *Kinetics and Mechanism*, John Wiley and Sons, New York.
- Suyati, L., 2000, *Kinetika reaksi Pirolisis Tir Batubara dengan Menggunakan Katalis*

Nikel/Zeolit, Tesis Pascasarjana
UGM, Yogyakarta.

Vansant, E.F., 1990, *Pore Size Engineering
in Zeolite*, John Wiley & Sons
Inc., New York.