

PERENKAHAN TIR BATUBARA DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS Ni-Mo-S/ZAA

Bambang Yudono, Zainal Fanani, Hasanudin,*

Abstrak : Penelitian ini mempelajari tentang pengaruh temperatur, laju alir, dan berat katalis Ni-Mo-S/ZAA terhadap hidrocracking tir batubara untuk menghasilkan fraksi bensin dan fraksi kerosin serta kalor pembakaran produk tersebut. Proses hidrocracking tir batubara dilakukan pada temperatur 300-400 °C, laju alir gas hidrogen 1-2 mL/det, dan jumlah katalis 0,25-1,0 g. Produk hidrocracking tir batubara dianalisa dengan menggunakan alat infra merah, kromatografi gas dan kalorimeter. Hasil analisa menunjukkan bahwa fraksi bensin dan kerosin yang dihasilkan pada temperatur hidrocracking 350 °C, laju alir gas hidrogen 1,5 ml/det, dan berat katalis 1,25 g mencapai hasil yang maksimum, yaitu 20,486 persen untuk fraksi bensin dan 26,552 persen untuk fraksi kerosin. Kalor pembakaran produk hidrocracking tersebut nilainya terletak antara nilai kalor pembakaran bensin dan kerosin yaitu sebesar 48,6419 kJ/g

Kata kunci : Perengkahan, Tir Batubara, Katalisator

Abstract : The aims of this research are to study the influences of temperature, flow rate, catalyst weight of Ni-Mo-S/ZAA to hidrocracking of coal tar to produce gasoline and kerosene fraction, and measure the combustion heat of products. The process of hidrocracking of coal tar were conducted at temperature 300-400 °C, the flow rate of hydrogen gas between 1-2 mLsec, and the weight of catalyst 0.25-1.25 g. Which analysed product of hidrocracking of coal tar by using Chromatography Gas and calorimetre Instrument. The result of this research that gasoline and kerosene fraction that were produced at hidrocracking temperature 350 °C, flow rate of hydrogen gas 1.5 mL/det, and 1.25 g catalyst weight reached maksimum product, those are 20.486 for gasoline fraction and 26.552 percent for kerosene fraction, with score combustion heat was 48.6419 kJ/g.

Key words : Cracking, Liquefied coal, Catalyst

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki cadangan batu bara berlimpah ruah. Berdasarkan data, cadangan batu bara Indonesia sekitar 36,3 miliar ton, dari jumlah itu, 85 persen (30,9 miliar ton) di antaranya berupa lignit, yaitu batu bara muda dengan kandungan air

sekitar 30 persen yang tidak laku dijual mentah. (www.indonesia.com/intisari/2000/nov/batubara). Dengan kandungan lignit yang besar sekali, maka dapat dikatakan bahwa cadangan batu bara Indonesia yang laku dijual mentah sekitar 5,4 miliar ton. Mengingat cadangan batubara cukup besar

maka perlu dimanfaatkan secara optimal dengan menggunakan teknologi pengolahan menjadi bahan bakar cair (www.migas-indonesia.com). Produk cair dari pengolahan batubara berupa minyak (tir) batubara. Berbeda dengan minyak bumi yang kualitasnya baik untuk bahan bakar, tir batubara ini kualitasnya masih rendah karena berat molekul, viskositas, kandungan karbon bebas, senyawa heteroatom (S dan N), aromatis dan logam-logam masih tinggi (Benito, 1996). Oleh karena itu tir batubara dengan kualitas rendah ini perlu diproses lebih lanjut untuk diubah menjadi bahan bakar cair fraksi bensin dan fraksi kerosin.

Aspek yang harus diubah dari tir batubara agar dapat digunakan menjadi bahan bakar cair pengganti minyak bumi, yaitu kandungan aromatis, heteroatom (S dan N), berat molekul dan viskositasnya harus diturunkan. Untuk menurunkan berat molekul, viskositas dan kandungan aromatis, maka tir batubara harus diproses melalui hidrogenasi dan perengkahan. Proses Hidrogenasi dan perengkahan ini memerlukan katalis yang mempunyai fungsi ganda yaitu komponen logam sebagai katalis hidrogenasi dan komponen asam sebagai katalis perengkahan (Benito, 1996).

Tingginya kandungan heteroatom (S dan N) pada tir batubara juga merupakan masalah pada proses hidrogenasi dalam perengkahan karena akan meracuni katalis dan akhirnya terjadi deaktivasi katalis (Welters 1995a). Untuk itu perlu dicari suatu katalis yang resisten terhadap peracunan oleh senyawa-senyawa yang mengandung

S dan N. Logam tersulfidasi sangat efektif untuk mengatasi terjadinya peracunan dan deaktivasi katalis oleh senyawa mengandung S dan N (Cid 1999, dan Welters 1999a,b), selain dari itu, logam tersulfidasi juga dapat berfungsi sebagai katalis hidrogenasi dan desulfurisasi atau sering disebut hidrodesulfurisasi (Leglise 1988, Okamoto 1997, dan Riaz 1994).

Berdasarkan uraian tersebut, maka tujuan penelitian ini adalah menentukan kondisi optimum temperatur, laju alir hidrocracking tir batubara dan berat katalis Ni-Mo tersulfidasi-zeolit alam aktif untuk menghasilkan fraksi bensin dan kerosin yang maksimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan Katalis Ni-Mo Tersulfidasi Zeolit Alam Aktif

Zeolit dihaluskan dengan ukuran 100 mesh, kemudian direndam dalam larutan HF 1% selama 60 menit. Kemudian dicuci dengan akuades dan disaring hingga filtrat yang terbentuk mempunyai pH netral. Setelah dicuci zeolit dikeringkan pada temperatur 130 °C selama 3 jam. Zeolit kering kemudian direndam dalam HCl 1M selama 24 jam, lalu disaring dan dicuci dengan akuades hingga filtrat yang terbentuk mempunyai pH netral. Lalu zeolit tersebut dikeringkan pada temperatur 130 °C selama 3 jam. Zeolit kering kemudian dijenuhkan dengan NaOH selama 24 jam, lalu disaring dan dicuci hingga pH filtrat netral. Zeolit ini kemudian disebut Na-Zeolit. Na-Zeolit direndam dalam NH_4NO_3 1M

selama 24 jam, lalu disaring dan dicuci. Setelah itu dikeringkan pada temperatur 550 °C selama 5 jam, zeolit ini disebut H-Zeolit.

1. Impregnasi katalis

H-Zeolit kemudian direndam dalam larutan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dan $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24}$ selama 24 jam sambil distirer, 4 jam pertama ditetesi amoniak setetes demi setetes. Setelah itu zeolit yang mengandung Ni dan Mo tersebut dikeringkan pada temperatur 130 °C selama 3 jam sampai menjadi pasta dan kemudian dikalsinasi pada 550 °C selama 5 jam. Proses impregnasi Ni dan Mo pada katalis ini dilakukan dengan perbandingan 1:1.

2. Oksidasi katalis

Oksidasi zeolit yang telah diimpregnasikan dengan logam Ni dan Mo dilakukan dengan mengalirkan O_2 dengan laju alir 1 mL/det. Ditimbang 20 gram hasil impregnasi Ni-Mo zeolit dan dimasukkan ke dalam reaktor yang telah diberi glasswool didasarnya. Gas O_2 dialirkan, reaktor dimasukkan ke dalam furnace. Kemudian regulator yang dihubungkan dengan furnace dihidupkan pada 160 V. Setelah temperatur 350 °C pada termokopel tercapai, mulai dihitung waktu oksidasi dan temperatur furnace dipertahankan antara 345 °C - 355 °C selama 2 jam dengan mengatur regulator.

3. Reduksi dan Sulfidasi katalis

Ni-Mo zeolit hasil kalsinasi kemudian disulfidasi dengan gas H_2 - H_2S pada laju alir 1 mL/det dan temperatur 400 °C selama 2 jam. Gas H_2S dibuat dengan cara mereaksi-

kan Na_2S dengan larutan HCl. Hasil dari sulfidasi ini kemudian disebut Ni-Mo tersulfidasi zeolit alam aktif.

Hidrocracking Tir Batubara

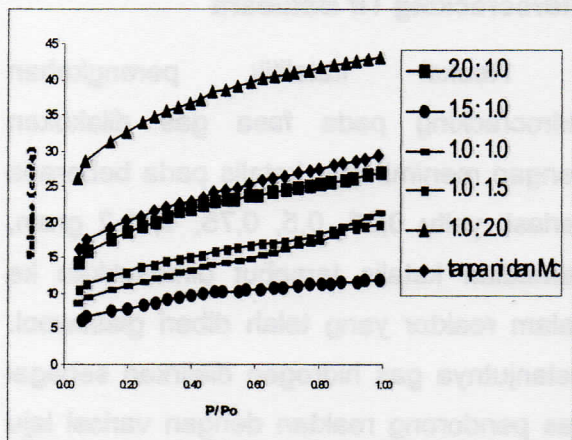
Reaksi katalitik perengkahan hidrocracking pada fasa gas dilakukan dengan menimbang katalis pada beberapa variasi, yaitu 0,25, 0,5, 0,75, 1, 1,2 gram, kemudian katalis tersebut dimasukkan ke dalam reaktor yang telah diberi glasswool. Selanjutnya gas hidrogen dialirkan sebagai gas pendorong reaktan dengan variasi laju alir, yaitu 1, 1,5, 2 mL/det, dan dihidrogenasi dengan variasi temperatur, yaitu 250, 300, 350, 400 °C. Setelah temperatur hidrogenasi mencapai 350 °C maka 75 mL tir batubara mulai dialirkan ke dalam reaktor yang telah diisi dengan katalis melalui buret. Produk cair yang keluar dari reaktor ditampung dalam labu pear yang telah diketahui beratnya. Hidrocracking dinyatakan selesai jika tidak ada lagi produk cair yang keluar dari reaktor. Hasil hidrocracking dianalisa dengan kromatografi gas untuk mengetahui jumlah komponen senyawa penyusunnya dan untuk mengetahui gugus fungsionalnya dianalisa dengan menggunakan spektroskopi infra merah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi menyatakan hubungan antara tekanan relatif adsorbat dengan jumlah zat yang teradsorpsi pada temperatur tetap dalam suatu kesetimbangan. Gambar 1 berikut menunjukkan pengaruh P/Po

terhadap volume gas N_2 yang teradsorpsi pada katalis yang dikembangkan pada berbagai perbandingan berat logam Ni dan Mo.



Gambar 1. Isoterm Adsorpsi Menggunakan Katalis Dengan Berbagai Perbandingan Ni dan Mo

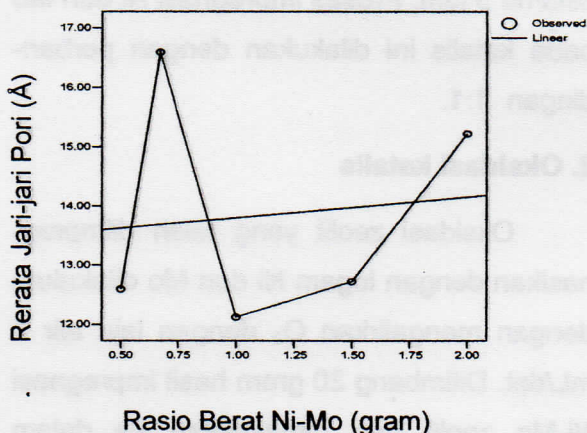
Tipe adsorpsi isoterm yang terbentuk adalah tipe I, ini dapat dilihat dari bentuk grafik pada gambar 1. Tipe I menunjukkan bahwa ukuran pori zeolit yang digunakan adalah mikropori yaitu kurang dari 20 Å (2 nm), ukuran pori ini tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan jari-jari molekul teradsorpsi (N_2).

Pengaruh Variasi Rasio Berat Ni-Mo Terhadap Rerata Jari-Jari Pori.

Jari-jari pori sangat berperan pada suatu katalis dan juga sangat menentukan besar atau kecilnya luas permukaan spesifik suatu katalis. Jari-jari pori suatu katalis lebih besar dari pada jari-jari ion logam aktif, maka ion logam aktif lebih mudah bertukar dengan ion-ion yang ada di dalam pori katalis. Pengaruh variasi rasio berat Ni-Mo terhadap jari-jari pori ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 2. Hal ini dilakukan untuk

mengetahui besarnya jari-jari pori dari variasi rasio berat Ni-Mo.

Pada gambar 2 terlihat bahwa variasi rasio berat Ni-Mo pada katalis memberikan pengaruh yang bervariasi terhadap rerata jari-jari pori. Semakin besar rasio berat Ni-Mo pada katalis, menyebabkan harga rerata jari-jari pori cenderung mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan jumlah atom Ni menempati pori lebih besar daripada atom Mo, sehingga terjadi penumpukkan pada volume pori yang menyebabkan rerata jari-jari pori membesar.

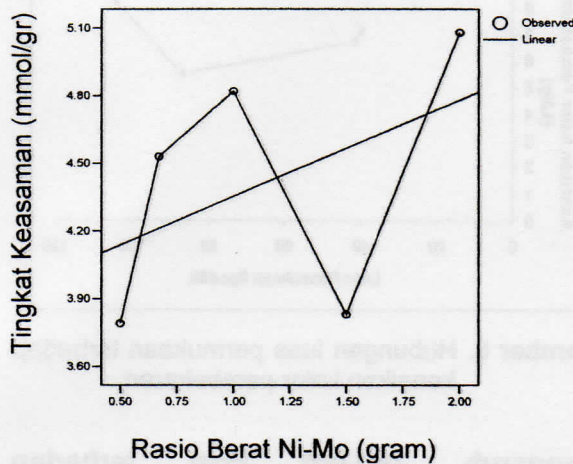


Gambar 2. Hubungan Variasi Rasio Berat Ni-Mo Terhadap Rerata Jari-jari Pori

Pengaruh Variasi Rasio Berat Ni-Mo pada Katalis Terhadap Tingkat Keasaman

Pengaruh variasi rasio berat Ni-Mo tersulfidasi pada katalis terhadap tingkat keasaman dapat dilihat pada Gambar 3. Dari gambar menunjukkan keasaman yang paling tinggi terjadi pada rasio berat Ni-Mo = 2 : 1 sedangkan yang paling rendah terjadi pada rasio berat Ni-Mo = 1 : 2. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah nikel yang terkandung dalam zeolit maka

tingkat keasamannya semakin tinggi, karena kemampuan nikel untuk menangkap elektron bebas dari amoniak sangatlah besar dari pada molibden.

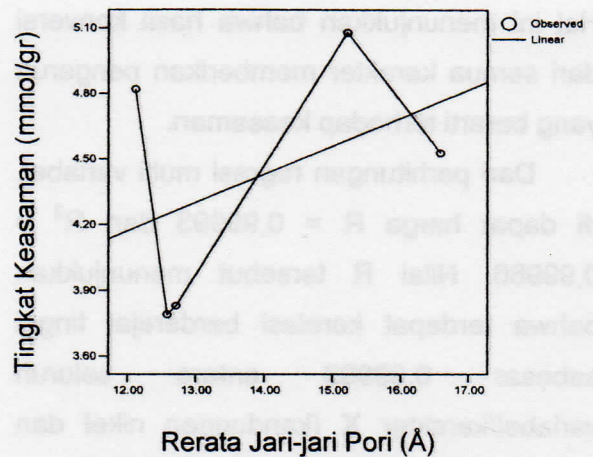


Gambar 3. Grafik Hubungan Variasi Rasio Berat Ni-Mo Terhadap Keasaman

Pengaruh Rerata Jari-Jari Pori Pada Katalis Terhadap Tingkat Keasaman

Hubungan variasi jari-jari pori terhadap tingkat keasaman dapat dilihat pada Gambar 4. Variasi jari-jari pori memberikan variasi yang berbeda terhadap tingkat keasaman. Keasaman yang paling tinggi terjadi pada harga jari-jari pori = 15,2214 Å, sedangkan paling rendah terjadi pada harga jari-jari pori = 12,5854 Å.

Jika dilihat dari variasi rasio berat Ni-Mo tersulfidasi harga tertinggi terjadi pada rasio berat Ni-Mo = 2 : 1, dan harga terendah terjadi pada rasio berat Ni-Mo = 1 : 2. Hal ini menunjukkan bahwa jari-jari pori yang besar mempunyai tingkat keasaman yang lebih tinggi daripada jari-jari pori yang kecil.



Gambar 4. Grafik Hubungan Rerata Jari-jari Pori Terhadap Tingkat Keasaman

Uji Korelasi Multivariabel

Persamaan garis lurus secara umum, yaitu $y = ax + b$; dimana x dan y adalah garis koordinat, a adalah titik potong dan b adalah lereng. Pada uji korelasi ini model persamaannya adalah $Y = -25,451 + 0,750 X_1 + 0,593 X_2 + 2,2 X_3 - 924,762 X_4$, dimana Y adalah variabel terikat (yaitu tingkat keasaman), dan X_1 , X_2 , X_3 , dan X_4 adalah variabel bebas (yaitu Rasio Berat Ni-Mo, Luas Permukaan Spesifik, Jari-Jari Pori, dan Volume Pori). Dalam hal ini terikat maksudnya bahwa variabel itu tidak dapat divariasikan dengan variabel lain sedangkan variabel bebas adalah variabel yang dapat divariasikan dengan variabel lain.

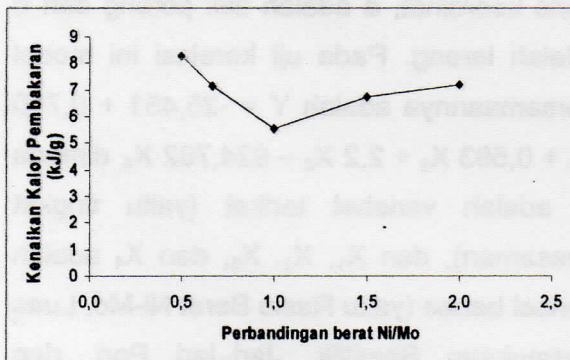
Uji korelasi Multivariabel adalah uji korelasi dari semua variabel dimana harga (r) - nya dihitung secara keseluruhan. Dari hasil uji multivariabel terhadap semua karakter didapat harga keasaman teori, yang mana hasil keasaman teori ini tidak jauh berbeda dengan hasil keasaman praktek.

Hal ini menunjukkan bahwa hasil konversi dari semua karakter memberikan pengaruh yang berarti terhadap keasaman.

Dari perhitungan regresi multi variabel, di dapat harga $R = 0,99993$ dan $R^2 = 0,99986$. Nilai R tersebut menunjukkan bahwa terdapat korelasi berderajat tinggi sebesar $0,99993$ antara seluruh variabel/karakter X (kandungan nikel dan molibden, luas permukaan, jari-jari pori, dan volume pori).

Pengaruh perbandingan berat Ni/Mo terhadap kenaikan kalor pembakaran

Pengaruh perbandingan berat Ni/Mo pada katalis terhadap kenaikan nilai kalor pembakaran hasil perengkahan tir batubara seperti terlihat pada gambar 5.

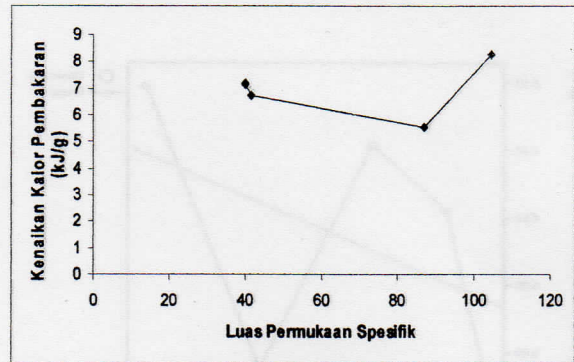


Gambar 5. Kurva hubungan perbandingan berat Ni/Mo terhadap kenaikan kalor pembakaran

Pengaruh Luas Permukaan Terhadap Kenaikan Kalor Pembakaran Minyak Batubara

Semakin besar luas permukaan katalis, aktivitas katalitiknya akan semakin tinggi karena zat yang teradsorpsi pada permukaan katalis akan semakin banyak. Katalis yang baik apabila kenaikan kalor pembakarannya besar dan pembentukan coke yang kecil. Hal ini sesuai dengan hasil

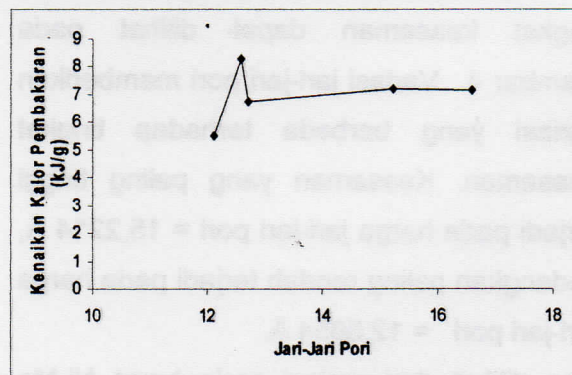
percobaan bahwa pada pembentukan coke paling besar memiliki nilai kalor pembakaran minyak batubara yang dihasilkan terkecil yang terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hubungan luas permukaan terhadap kenaikan kalor pembakaran

Pengaruh Jari-jari Pori terhadap Kenaikan Kalor Pembakaran

Dalam penelitian ini, variasi perbandingan berat Ni/Mo memberikan hasil jari-jari yang bervariasi juga. Besar kecilnya ukuran jari-jari pori juga dapat mempengaruhi kenaikan kalor pembakaran.

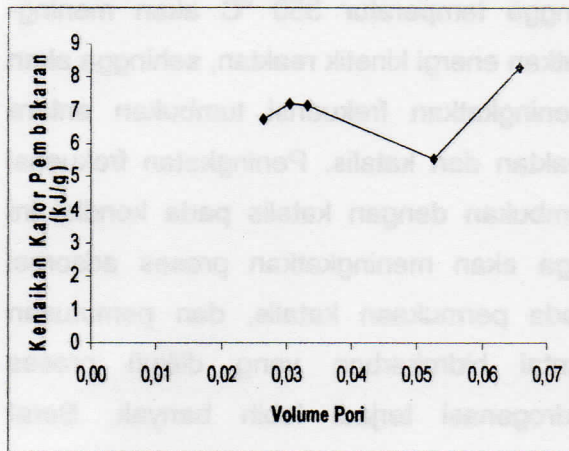


Gambar 7. Kurva hubungan jari-jari pori terhadap kenaikan kalor pembakaran

Pengaruh Volume Pori terhadap Kenaikan Kalor Pembakaran

Seperti halnya jari-jari pori, volume pori juga mempengaruhi kenaikan kalor pembakaran. Semakin besar volume pori katalis, aktivitas katalitiknya akan semakin tinggi juga. Ini juga dapat menyebabkan

kenaikan kalor pembakaran semakin besar, hubungan ini dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Kurva hubungan volume pori terhadap kenaikan kalor pembakaran

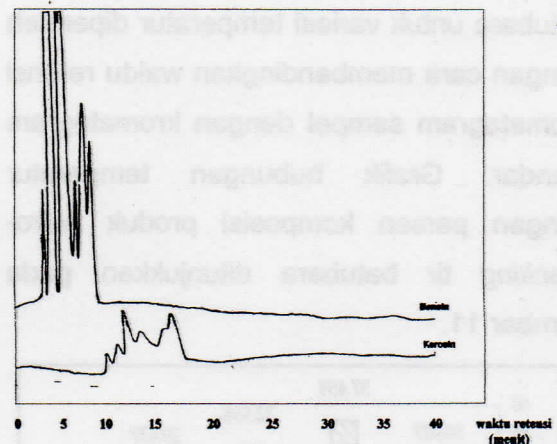
Analisis Spektra Infra Merah

Hasil analisis spektra infra merah menunjukkan bahwa proses hidrocracking berjalan cukup baik. Tir batubara yang belum dihidrogenasi masih memiliki senyawa aromatik, tetapi setelah di hidrocracking senyawa aromatiknya berkurang. Senyawa aromatik ini pada spektrum IR muncul pada bilangan gelombang $3060-3040\text{ cm}^{-1}$. Senyawa aromatik ini muncul pada hasil tir sebelum dihidrocracking. Setelah dihidrocracking senyawa ini sudah tidak muncul lagi, hal ini menunjukkan bahwa proses hidrocracking sudah berjalan.

Kromatogram Standar Bensin dan Kerosin

Kromatogram dari masing-masing fraksi bahan bakar (bensin dan kerosin) ditunjukkan dalam gambar 1. Hasil kromatografi gas fraksi bahan bakar sebagai standar menunjukkan bahwa puncak kromatogram awal untuk bensin muncul

pada waktu retensi 3,598 sampai dengan 8,685 menit, sedangkan kerosin standar muncul pada waktu retensi 10,414 sampai dengan 16,868 menit. Perbedaan waktu retensi antara bensin dan kerosin disebabkan oleh perbedaan berat molekul. Berat molekul sebanding dengan titik didih senyawa, dimana semakin besar berat molekul berarti titik didihnya semakin tinggi. Pada kolom GC senyawa-senyawa akan dipisahkan berdasarkan titik didih senyawa.

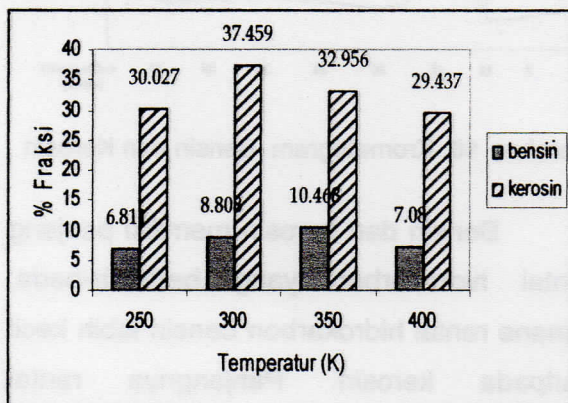


Gambar 10. Kromatogram Bensin dan Kerosin

Bensin dan kerosin memiliki panjang rantai hidrokarbon yang berbeda-beda, dimana rantai hidrokarbon bensin lebih kecil daripada kerosin. Panjangnya rantai hidrokarbon menunjukkan bahwa berat molekul hidrokarbon penyusun bensin lebih kecil daripada kerosin. Bensin memiliki senyawa penyusun dengan berat molekul yang lebih kecil dibandingkan kerosin, sehingga titik didih bensin juga lebih rendah daripada kerosin. Hal ini menyebabkan bensin akan terelusi lebih dulu, sehingga waktu retensi bensin lebih kecil daripada kerosin.

Pengaruh Temperatur terhadap Persen Komposisi Produk *Hydrocracking*

Temperatur merupakan variabel penting dalam proses *hydrocracking*. Proses *hydrocracking* hanya dapat berlangsung pada temperatur yang tinggi. Pengaruh temperatur terhadap persen komposisi fraksi bensin dan kerosin diamati pada 250, 300, 350, 400 °C, laju alir gas H₂ 1 mL/det, dan berat katalis 1 gram. Persen komposisi fraksi bensin dan kerosin yang terdapat dalam tiap sampel hasil *hydrocracking* tir batubara untuk variasi temperatur diperoleh dengan cara membandingkan waktu retensi kromatogram sampel dengan kromatogram standar. Grafik hubungan temperatur dengan persen komposisi produk *hydrocracking* tir batubara ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Pengaruh Temperatur (°C) terhadap Persen Komposisi Produk *Hydrocracking*

Gambar 11 memperlihatkan bahwa persen komposisi fraksi bensin tertinggi pada temperatur 350°C dengan nilai 10,468 persen. Ini menunjukkan bahwa kondisi *hydrocracking* optimum dicapai pada temperatur 350°C. Hal ini disebabkan karena terjadinya pemutusan rantai hidrokarbon

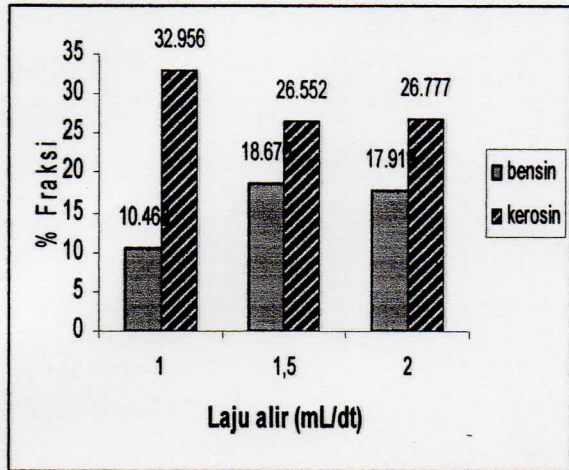
yang panjang menjadi rantai hidrokarbon yang lebih pendek. Peningkatan temperatur hingga temperatur 350 °C akan meningkatkan energi kinetik reaktan, sehingga akan meningkatkan frekuensi tumbukan antara reaktan dan katalis. Peningkatan frekuensi tumbukan dengan katalis pada kondisi ini juga akan meningkatkan proses adsorpsi pada permukaan katalis, dan pemutusan rantai hidrokarbon yang diikuti proses hidrogenasi terjadi lebih banyak. Berat molekul produk *hydrocracking* yang terbentuk menjadi lebih kecil sehingga fraksi bensin yang dihasilkan meningkat dengan kenaikan temperatur sampai 350°C.

Pada temperatur lebih dari 350°C, persen komposisi fraksi bensin menurun karena pada temperatur yang semakin tinggi, mobilitas reaktan juga semakin tinggi. Tingginya mobilitas reaktan ini menyebabkan reaktan tidak sempat teradsorpsi pada permukaan katalis sehingga peristiwa adsorpsi hanya sedikit terjadi, yang menyebabkan proses *hydrocracking* tidak banyak terjadi dan produk *hydrocracking* masih memiliki berat molekul yang besar. Gambar 11 juga memperlihatkan fraksi kerosin, dimana persen komposisi fraksi kerosin tertinggi pada temperatur 300°C dengan nilai 37.459 persen.

Pengaruh Laju Alir terhadap Persen Komposisi Produk *Hydrocracking*

Gambar 12 memperlihatkan bahwa laju alir optimum yang memberikan nilai persen komposisi fraksi bensin tertinggi adalah laju alir 1,5 mL/det dengan nilai 18,670 persen. Ini menunjukkan bahwa

kondisi *hidrocracking* optimum dicapai pada laju alir 1,5 mL/detik, karena waktu kontak gas hidrogen yang membawa uap *tir batubara* dengan permukaan katalis sudah optimum.

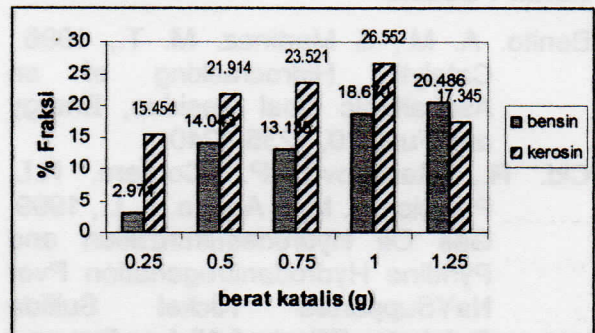


Gambar 12. Pengaruh Laju Alir Gas Hidrogen (ml/det) terhadap Persen Komposisi Produk *Hidrocracking*

Pada laju alir gas hidrogen 2 mL/det, persen komposisi fraksi bensin menurun. Penurunan ini disebabkan pada kenyataan bahwa semakin cepat gas hidrogen membawa uap *tir batubara* maka semakin kecil waktu kontak antara gas hidrogen yang membawa uap *tir batubara* dengan permukaan katalis. Cepatnya kontak gas hidrogen dan uap *tir batubara* dengan permukaan katalis menyebabkan terjadinya proses adsorpsi pada permukaan katalis minimal terjadi, sehingga *tir batubara* yang *terhidrocracking* menjadi produk hidrokarbon berantai lebih pendek menjadi lebih sedikit pada laju alir 2 mL/det. Gambar 12 juga memperlihatkan fraksi kerosin, dimana persen komposisi fraksi kerosin tertinggi pada laju alir 1 mL/det dengan nilai 32,956 persen.

Pengaruh Berat Katalis terhadap Persen Komposisi Produk *Hidrocracking*

Selain temperatur dan laju alir gas hidrogen, jumlah katalis juga memberikan efek perubahan pada proses *hidrocracking*. Jumlah katalis berhubungan erat dengan luas permukaan katalis, peningkatan jumlah katalis akan meningkatkan luas permukaan katalis padat. Peningkatan ini akan meningkatkan jumlah tumbukan yang terjadi pada situs aktif katalis.



Gambar 13. Pengaruh Berat Katalis (gram) terhadap Persen Komposisi Produk *Hidrocracking*

Pada penelitian ini, *tir batubara* di*hidrocracking* dengan variasi jumlah katalis 0,25 g, 0,5 g, 0,75 g, 1 g, dan 1,25 g menggunakan jenis katalis Ni-Mo zeolit alam aktif. Persen komposisi fraksi bensin dan kerosin cenderung meningkat dengan semakin meningkatnya jumlah katalis dimana jumlah katalis terbesar pada 1,25 g dengan persen komposisi 20,486 persen untuk fraksi bensin dan 26,552 persen untuk fraksi kerosin. Hal ini terjadi karena bertambahnya katalis berarti situs aktif katalis bertambah sehingga menambah jumlah reaktan yang berkontak dengan permukaan katalis, dan akan meningkatkan jumlah *tir batubara* yang *terhidrocracking*.

KESIMPULAN

Katalis Ni-Mo-S/ZAA mampu menghydrocracking tir batu bara dengan hasil persen komposisi 20,486 persen untuk fraksi bensin dan 26,552 persen untuk fraksi kerosin dengan kondisi reaktor optimum dicapai pada temperatur 350 °C dan laju alir gas H₂/H₂S 1,5 mL/det dengan berat katalis 1,25 gram.

Daftar Pustaka

- Benito. A. M., & Martinez. M. T., 1996., Catalytic Hydrocracking of an Asphaltenic Coal Residue, *Energy and Fuel*, 10, 1235-1240.
- Cid. R., Atanasova. P., Cordero. R.L, Palacios. J. M. & Agudo. A. L., 1999, Gas Oil Hydrodesulfurization and Pyridine Hydrodenitrogenation Pver NaYSupported Nickel Sulfida Catalysts: Effect of Ni Loading and Preparation Method, *J. Catalysis* 182, 328-338.
- Leglise. J., Janin. A., Lavalley. J.C., and cornet. D., 1988, Nickel and Molibdenium Sulfides Loaded into Zeolites: Activity for Catalitic Hydrogenation, *J. Catal.*, 114, 388-389.
- Welters. W. J. J., van der Waerden. O.H., zanbergen. H. W., de Beer. V. H. J., and van Santen. R. A., 1995a, Hydrocracking of n-Decane over Zeolite-Suported Metal Sulfide Catalyst. 1. CaY-Suported Transition metal sulfides, *Ind. Eng. Chem. Res*, 34, 1156 – 1165.
- Welters. W. J. J., van der Waerden. O.H., zanbergen. H. W., de Beer. V. H. J., and van Santen. R. A., 1995b, Hydrocracking of n-Decane over Zeolite-Suported Metal Sulfide Catalyst. 2. Zeolite Y-Suported Ni dan Ni-Mo sulfides, *Ind. Eng. Chem. Res*, 34, 1166 – 1171.

