

# Hidrocracking Tir Batubara Menggunakan Katalis Ni-Mo- S/ZAA untuk Menghasilkan Fraksi bensin dan Fraksi Kerosin

*by Zainal Fanani*

---

**Submission date:** 19-Dec-2022 01:29PM (UTC+0700)

**Submission ID:** 1984320739

**File name:** 0829-33-c-zainal-genap.pdf (4.84M)

**Word count:** 2324

**Character count:** 13494

### 3

## **Hydrocracking Tir Batubara Menggunakan Katalis Ni-Mo-S/ZAA untuk Menghasilkan Fraksi bensin dan Fraksi Kerosin**

9  
ZAINAL FANANI

Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan, Indonesia

4  
INTISARI: Penelitian tentang pengaruh temperatur, laju alir, dan berat katalis Ni-Mo-S/ZAA terhadap *hydrocracking* tir batubara untuk menghasilkan fraksi bensin dan fraksi kerosin telah dilakukan. Proses *hydrocracking* tir batubara dilakukan pada temperatur 300-400°C, laju alir gas hidrogen 1-2 ml/det, dan jumlah katalis 0,25-1,25 g. Produk *hydrocracking* tir batubara dianalisa dengan menggunakan Alat Kromatografi Gas. Hasil analisa menunjukkan bahwa fraksi bensin dan kerosin yang dihasilkan pada temperatur *hydrocracking* 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 26,777 persen untuk fraksi kerosin.

KATA KUNCI: katalis, *hydrocracking*, bensin, kerosin

ABSTRACT: A research of influence of temperature, flow rate, catalyst weight of Ni-Mo-S/ZAA to *hydrocracking* of coal tar to produce gasoline and kerosene fraction have been done. The process of *hydrocracking* of coal tar were conducted at temperature 300-400°C, the flow rate of hydrogen gas between 1-2 ml/sec, and the weight of catalyst 0.25-1.25 g. Which analysed product of *hydrocracking* of coal tar by using Chromatography Gas Instrument. The result of this research that gasoline and kerosene fraction that were produced at *hydrocracking* temperature 350°C, flow rate of hydrogen gas 1.5 ml/det, and 1.25 g catalyst weight reached maksimum product, that is 20.486 for gasoline fraction and 26.552 percent for kerosene fraction.

KEYWORDS: catalyst, *hydrocracking*, gasoline, kerosene

E-MAIL: zainalf313@yahoo.co.id

Juni 2010

### 1 PENDAHULUAN

Berdasarkan keanekaragaman sumber daya energi yang ada di Indonesia pemerintah telah menetapkan kebijaksanaan dalam pemanfaatan sumber energi primer terutama batubara<sup>[1]</sup>. 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<sup>[2]</sup>. 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<sup>[3]</sup>. 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<sup>[4]</sup>. 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<sup>[4]</sup>.

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<sup>[4]</sup>. Untuk itu perlu dicari suatu katalis yang resisten ter-

hadap 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<sup>[5,6,7]</sup>, selain dari itu, logam tersulfidasi juga dapat berfungsi sebagai katalis hidrogenasi dan desulfurisasi atau sering disebut hidrodesulfurisasi<sup>[8]</sup>.

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

## 2 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 disikat Na-Zeolit. Na-Zeolit direndam dalam NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> 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 Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan (NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub> 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 katalis ini dilakukan dengan perbandingan Ni dan Mo, yaitu 1:1.
- 2. Oksidasi katalis.** Oksidasi zeolit yang telah diimpregnasi dengan logam Ni dan Mo dilakukan dengan mengalirkan O<sub>2</sub> dengan laju alir 1 mL/det. Ditimbang 20 gram hasil impregnasi Ni-Mo zeolit dan dimasukkan ke dalam reaktor yang telah diberi glasswool dasarnya. Gas O<sub>2</sub> 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.

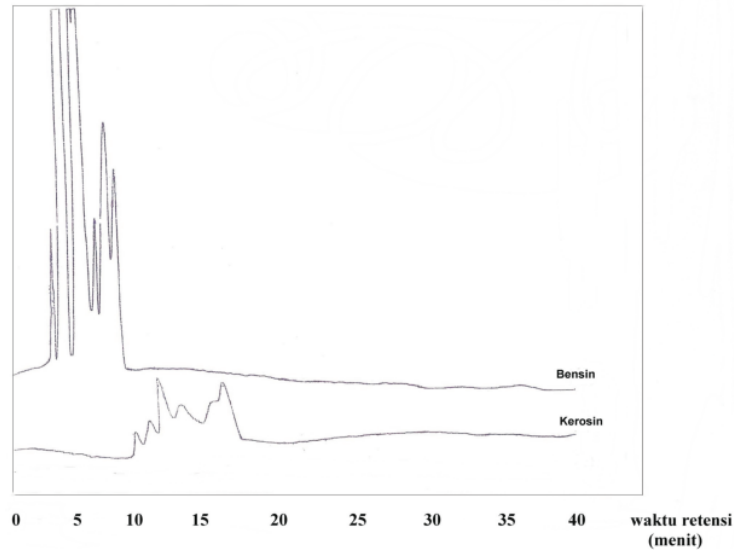
- 3. Reduksi dan Sulfidasi katalis.** Ni-Mo zeolit hasil kalsinasi kemudian disulfidasi dengan gas H<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>S pada laju alir 1 ml/det dan temperatur 400°C selama 2 jam. Gas H<sub>2</sub>S dibuat dengan cara mereaksikan Na<sub>2</sub>S dengan larutan HCl. Hasil dari sulfidasi ini kemudian disebut Ni-Mo tersulfidasi zeolit alam aktif.

**Hydrocracking Tir Batubara** Reaksi katalitik perengkahan hidrocracking pada fasa gas dilakukan dengan menimbang katalis pada beberapa variasi, yaitu 0,25; 0,5; 0,75; 1; dan 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; dan 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. Hydrocracking dinyatakan selesai jika tidak ada lagi produk cair yang keluar dari reaktor. Hasil hidrocracking dianalisa dengan kromatografi gas.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

**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, di mana semakin besar berat molekul berarti titik didihnya semakin tinggi. Pada kolom GC senyawa-senyawa akan dipisahkan berdasarkan titik didih senyawa. Senyawa yang memiliki titik didih yang kecil akan terelusi lebih dulu dan puncak senyawa akan muncul lebih dulu.

Bensin dan kerosin memiliki panjang rantai hidrokarbon yang berbeda-beda, di mana 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



GAMBAR 1: Kromatogram Bensin dan Kerosin

daripada kerosin. Hal ini menyebabkan bensin akan terelusi lebih dulu, sehingga waktu retensi bensin lebih kecil daripada kerosin.

**Pengaruh Temperatur terhadap Persen Komposisi Produk Hidrocracking** Temperatur merupakan variabel penting dalam proses *hidrocracking*. Proses *hidrocracking* 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 H<sub>2</sub> 1 ml/det, dan berat katalis 1 gram. Persen komposisi fraksi bensin dan kerosin yang terdapat dalam tiap sampel hasil *hidrocracking* tir batubara untuk variasi temperatur diperoleh dengan cara membandingkan waktu retensi kromatogram sampel dengan kromatogram standar. Grafik hubungan temperatur dengan persen komposisi produk *hidrocracking* tir batubara ditunjukkan pada Gambar 2.

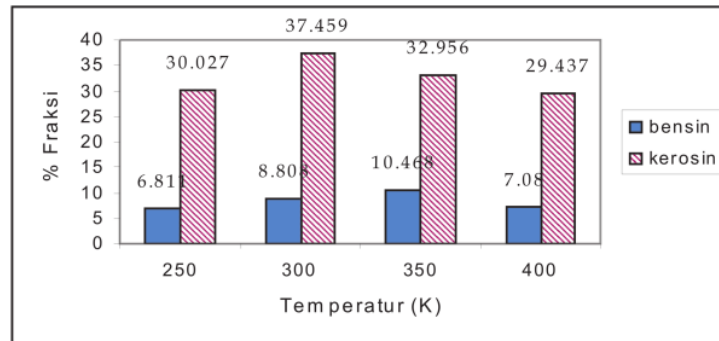
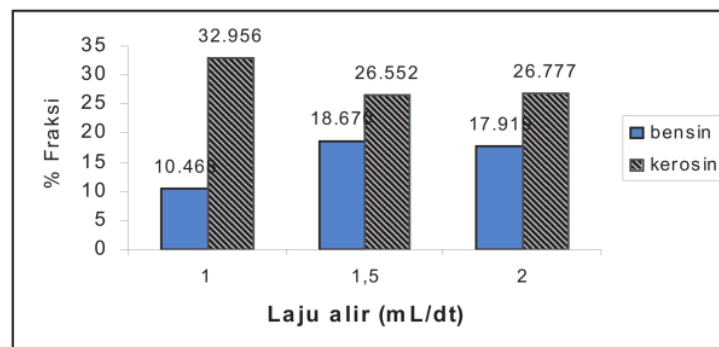
Gambar 2 memperlihatkan bahwa persen komposisi fraksi bensin tertinggi pada temperatur 350°C dengan nilai 10,468 persen. Ini menunjukkan bahwa kondisi *hidrocracking* optimum dicapai pada temperatur 350°C. Hal ini disebabkan karena terjadinya pemutusan rantai hidrokarbon yang panjang menjadi rantai hidrokarbon 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 *hidrocracking* 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 *hidrocracking* tidak banyak terjadi dan produk *hidrocracking* masih memiliki berat molekul yang besar. Gambar 2 juga memperlihatkan fraksi kerosin, di mana persen komposisi fraksi kerosin tertinggi pada temperatur 300°C dengan nilai 37,459 persen.

**Pengaruh Laju Alir terhadap Persen Komposisi Produk Hidrocracking** Gambar 3 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.

Pada laju alir gas hidrogen 2 ml/det, persen komposisi fraksi bensin menurun. Penurunan ini disebabkan pada kenyataan bahwa semakin cepat gas hidrogen

GAMBAR 2: Pengaruh Temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ) terhadap Persen Komposisi Produk *Hydrocracking*GAMBAR 3: Pengaruh Laju Alir Gas Hidrogen (ml/det) terhadap Persen Komposisi Produk *Hydrocracking*

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 *terhydrocracking* menjadi produk hidrokarbon berantai lebih pendek menjadi lebih sedikit pada laju alir 2 ml/det. Gambar 3 juga memperlihatkan fraksi kerosin, di mana persen komposisi fraksi kerosin tertinggi pada laju alir 1 ml/det dengan nilai 32,956 persen.

**Pengaruh Berat Katalis terhadap Persen Komposisi Produk *Hydrocracking*** Selain temperatur dan laju alir gas hidrogen, jumlah katalis juga memberikan efek perubahan pada proses *hydrocracking*. Jumlah katalis berhubungan erat dengan luas permukaan katalis, peningkatan jumlah katalis akan meningkatkan luas permukaan katalis padat. Peningkatan ini akan meningkatkan jumlah tumbukan yang ter-

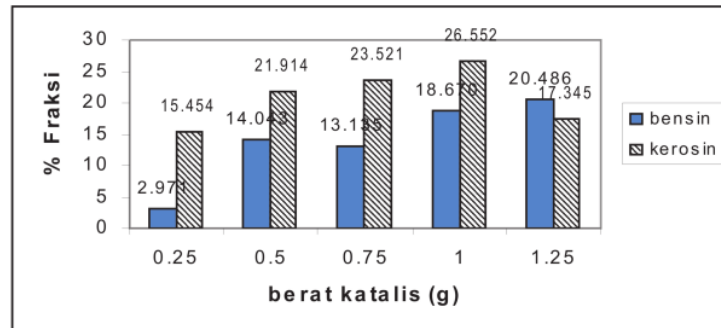
jadi pada situs aktif katalis.

Pada penelitian ini, tir batubara dihydrocracking 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 di mana 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 *terhydrocracking*.

## 4 KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 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



GAMBAR 4: Pengaruh Berat Katalis (gram) terhadap Persen Komposisi Produk *Hydrocracking*

kerosin dengan kondisi reaktor optimum dicapai pada temperatur 350°C dan laju alir gas H<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S 1,5 ml/det dengan berat katalis 1,25 gram.

#### 4.2 Saran

Perlu dikembangkan katalis dalam bentuk “sarang tawon”.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anonim, 1998, *Kebijakan Umum Bidang Energi (KuBE)*, Badan Koordinasi Energi Nasional (BAKOREN), Jakarta
- [2] Www.indonesia.com, 5 Agustus 2009
- [3] Www.migas-indonesia.com, 5 Agustus 2009
- [4] Benito, A.M. & M.T. Martinez, 1996, Catalytic Hydrocracking of an Asphaltenic Coal Residue, *Energy and Fuel*, 10, 1235-1240
- [5] Welters, W.J.J., van der Waerden. O.H., H. W., V.H.J. zanbergen, de Beer, and R.A. van Santen, 1995a, Hydrocracking of *n*-Decane over Zeolite-Suported Metal Sulfide Catalyst, 1, CaY-Suported Transition metal sulfides, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 34, 1156-1165
- [6] Welters, W.J.J., O.H. van der Waerden, H.W. zanbergen, V.H.J. de Beer, and R.A. van Santen, 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
- [7] Cid, R., P. Atanasova, R.L. Cordero, J.M. Palacios, & A.L. Agudo, 1999, Gas Oil Hydrodesulfurization and Pyridine Hydrodenitrogenation Pver NaYSuported Nickel Sulfida Catalysts: Effect of Ni Loading and Preparation Method, *J. Catalysis*, 182, 328-338
- [8] Leglise, J., A. Janin, J.C. Lavalley, and D. Cornet, 1988, Nickel and Molibdenium Sulfides Loaded into Zeolites: Activity for Catalitic Hydrogenation, *J. Catal.*, 114, 388-389

# Hidrocracking Tir Batubara Menggunakan Katalis Ni-Mo-S/ZAA untuk Menghasilkan Fraksi bensin dan Fraksi Kerosin

## ORIGINALITY REPORT

11%

SIMILARITY INDEX

11%

INTERNET SOURCES

0%

PUBLICATIONS

1%

STUDENT PAPERS

## PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://repository.unpak.ac.id">repository.unpak.ac.id</a> Internet Source	4%
2	<a href="http://jurnal.umj.ac.id">jurnal.umj.ac.id</a> Internet Source	1%
3	<a href="http://ejurnal.bppt.go.id">ejurnal.bppt.go.id</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://www.neliti.com">www.neliti.com</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://digilib.unimed.ac.id">digilib.unimed.ac.id</a> Internet Source	1%
6	<a href="http://jurnal.upnyk.ac.id">jurnal.upnyk.ac.id</a> Internet Source	1%
7	<a href="http://repository.unja.ac.id">repository.unja.ac.id</a> Internet Source	1%
8	Submitted to SDM Universitas Gadjah Mada Student Paper	1%
9	<a href="http://docobook.com">docobook.com</a> Internet Source	1%

---

Exclude quotes      On

Exclude matches      < 1%

Exclude bibliography      On