

# PENGARUH SUHU PADA *HYDROCRACKING* OLI BEKAS MENGGUNAKAN KATALIS Cr/ZAA

Tri Kurnia Dewi\*, Meta Mediana, Nopektaria Hidayati

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya  
Jln. Raya Palembang Prabumulih Km. 32 Inderalaya Ogan Ilir (OI) 30662  
E-mail : tkdewi@yahoo.com

## Abstrak

Jumlah kendaraan di Indonesia terus bertambah dari tahun ke tahun. Hal ini mengakibatkan oli bekas menjadi semakin banyak, yang berpotensi mencemari lingkungan. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk mengubah oli bekas menjadi sesuatu yang lebih berguna. Salah satunya adalah membuat bahan bakar cair dari oli bekas. Di dalam oli bekas terdapat rantai karbon yang dapat diubah menjadi hidrokarbon rantai pendek melalui proses *hydrocracking* menggunakan katalis Cr/ZAA. Proses *hydrocracking* dilakukan dengan suhu sebagai variabel bebas yaitu 300°C, 350°C, 400°C, 450°C dan 500°C. Variabel tetap yang digunakan adalah volume umpan 40 ml, berat katalis 1 gr, dan laju alir gas hidrogen 20 ml/det. Produk *hydrocracking* yang dihasilkan diukur kecepatan pembentukan produk dan berat jenisnya, serta dianalisa persen fraksi bensin, kerosin, dan solar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan produksi dan persen fraksi bensin meningkat dengan semakin tingginya suhu, sedangkan persen fraksi kerosin dan solar semakin rendah, dan nilai berat jenisnya tetap, tidak dipengaruhi oleh suhu.

**Kata kunci :** Oli bekas, bahan bakar cair, *hydrocracking*, katalis, Cr/ZAA.

## Abstract

The number of vehicles is increasing by year. Hence the amount of used oil has increasingly become potential to pollute the environment. Therefore, particular efforts are required to turn used oil into more useful thing. One of them is to make liquid fuel from used oil. In used oil there are carbon chains which can be turned into short chains of hydrocarbon through the process of hydrocracking using Cr/ZAA catalyst. This process is performed with temperatures as independent variables, i.e. 300°C, 350°C, 400°C, 450°C and 500°C. Fixed variables used are 40 ml of feed volume, 1 gr of catalyst weight, and 20 ml/sec the hydrogen gas velocity. On the resulted hydrocracking product, it is analyzed the effects of temperatures on production speed, fraction percent and density. Hydrocracking product produced were measured in product formation rate and density, and were analyzed in the fractions of gasoline, kerosene, and diesel. The results showed that the rate of product formation and percent gasoline fraction increased in accordance with the increasing temperature, while kerosene and diesel fractions percent get lower, and the value of its density constant, and are not affected by temperature.

**Keywords :** used oil, liquid fuel, hydrocracking, catalyst, Cr/ZAA.

## 1. PENDAHULUAN

Data dari Badan Pusat Statistik Indonesia menyebutkan bahwa dalam tiga tahun terakhir jumlah kendaraan di Indonesia meningkat 27%. Peningkatan jumlah kendaraan mengakibatkan jumlah oli bekas semakin banyak, yang berpotensi mencemari lingkungan, karena dalam minyak pelumas bekas terkandung kotoran-kotoran logam, aditif, sisa bahan bakar dan

kotoran yang lain (Fanani, 2013). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Trisunaryanti (2008), oli bekas dapat dimanfaatkan menjadi bahan bakar melalui proses *hydrocracking*. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan proses *hydrocracking* menggunakan katalis Cr/ZAA untuk menghasilkan bahan bakar cair. Logam Cr dipilih karena berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fanani (2010) bahwa Cr memiliki peranan yang lebih dominan dibandingkan Mo dan Ni untuk mengcracking

tir batu bara dan *sludge*. Pada tahun 2009 Fanani dkk telah membandingkan kemampuan pengemban katalis, yaitu dengan mengembankan logam pada zeolit, lempung terpillar  $Al_2O_3$ , dan karbon aktif, dan ternyata logam yang diembankan pada zeolit memiliki karakter katalis yang lebih baik.

*Hydrocracking* merupakan gabungan antara proses perengkahan (*cracking*) dan hidrogenasi. Perengkahan (*cracking*) adalah penguraian atau pemecahan molekul-molekul senyawa hidrokarbon yang besar menjadi molekul-molekul senyawa yang lebih kecil. Hidrogenasi adalah proses pengolahan minyak dengan cara menambahkan hidrogen murni. Proses *hydrocracking* ini melibatkan tekanan dan temperatur yang tinggi, katalis, dan hidrogen. Jenis-jenis katalis yang pernah digunakan oleh para peneliti sebelumnya pada proses *hydrocracking* adalah *Mordenite* (Wijaya, 2013),  $ZnO$  dan  $Nb_2O_5$  (Trisunaryanti, 2008),  $Ni-Mo-S/ZAA$  (Fanani, 2010).

Pelaksanaan *hydrocracking* tergantung pada alat, bahan dan cara pemanasan. *Hydrocracking* dengan reaktor *batch* sering digunakan untuk mengolah bahan dalam jumlah kecil. Prosesnya, umpan dan katalisator bersama-sama dipanaskan dalam reaktor dan uap yang dihasilkan diembunkan dengan alat pendingin. Pengolahan bahan dalam jumlah yang cukup besar biasanya dengan *hydrocracking* sistem *flow*. Umpan dan katalis ditempatkan secara terpisah pada reaktor kemudian bersama-sama dipanaskan serta gas dialirkan dengan kecepatan tertentu sebagai pembawa umpan. Gas yang sering digunakan dalam proses *hydrocracking* ini adalah hidrogen dan nitrogen (Siswodiharjo, 2006).

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### Variabel Percobaan

#### - Variabel Tetap

Variabel tetap dari penelitian ini adalah jumlah umpan oli bekas 40 ml, berat katalis  $Cr/ZAA$  1 gr dan laju alir gas hidrogen adalah 20 ml/det.

#### - Variabel Bebas

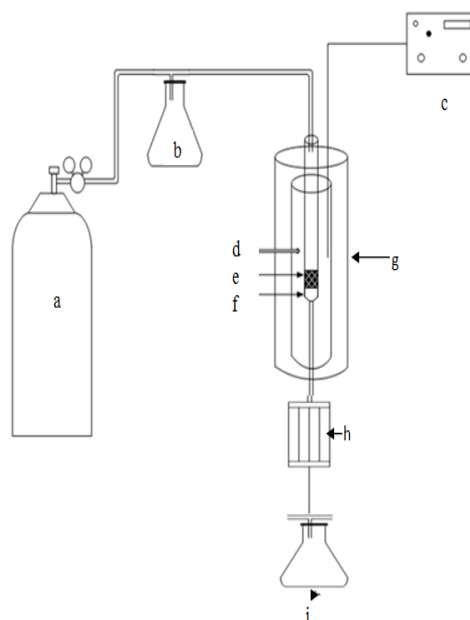
Variabel bebas yang digunakan adalah suhu *hydrocracking*, yaitu  $300^\circ C$ ,  $350^\circ C$ ,  $400^\circ C$ ,  $450^\circ C$ , dan  $500^\circ C$ .

### Proses *Hydrocracking* Oli Bekas

Reaksi katalitik perengkahan/*hydrocracking* pada fase gas dilakukan dengan memasukkan oli bekas sebanyak 40 ml ke

dalam reaktor pemanas, kemudian katalis  $Cr/ZAA$  sebanyak 1 gr dimasukkan kedalam reaktor (desain alat lihat pada gambar 1) yang telah berisi *glasswool* sebanyak 2 gr. Selanjutnya gas hidrogen dialirkan sebagai gas pendorong reaktan (oli bekas) dengan laju alir  $20 \text{ mL} \cdot \text{det}^{-1}$  dan dihidrogenasi hingga temperatur  $500^\circ C$ .

Uap dari reaktan yang terhidrogenasi dialirkan ke dalam reaktor *furnace* yang telah berisi katalis dan *glaswool* kemudian uap turun ke kondenser dan terkondensasi menjadi cair. Produk cair yang keluar dari reaktor *furnace* ditampung dalam erlenmeyer. *Hydrocracking* dinyatakan selesai jika tidak ada lagi produk cair yang keluar dari reaktor *furnace*. Produk yang dihasilkan diukur volume dan berat jenisnya, serta dianalisa persen fraksi bensin, kerosin, dan solar, menggunakan alat *Gas Chromatography* (GC).



**Gambar 1. Skema Alat *Hydrocracking* Oli Bekas**

Keterangan :

- Gas  $H_2$
- Reaktor pemanas bahan baku
- Regulator voltase
- Thermkopel
- Katalis
- Glass wool
- Reaktor *furnace*
- Kondensor
- Produk *hydrocracking*

### Prosedur Analisa

Minyak atau bahan bakar cair yang dihasilkan dari proses *hydrocracking* dianalisa persen fraksi bensin, kerosin dan solar menggunakan alat *Gas Chromatography (GC)*, serta diukur volumenya menggunakan gelas ukur dan berat jenisnya menggunakan piknometer.

### Analisa Persen Fraksi Produk *Hydrocracking*

Persen fraksi produk *hydrocracking* yang terdiri bensin, kerosin dan solar diperoleh dengan menganalisa produk menggunakan alat *Gas Chromatography (GC)*. Penentuan persen fraksi bensin, kerosin, dan solar didasarkan pada *retention time* dari bensin, kerosin dan solar standar. Bensin standar  $\leq 18$ , kerosin standar  $\geq 18 - \leq 22,85$  dan solar standar  $\geq 22,85$ . Dengan batasan interval *retensi time* masing-masing fraksi, maka persen fraksi bensin, kerosin dan solar dalam produk *hydrocracking* dapat dihitung berdasarkan % luas area dari analisa GC. Persamaan yang digunakan adalah :

$$\text{Fraksi bensin (\%)} = \frac{\text{luas area GC untuk fraksi bensin}}{\text{luas area GC total}} \times 100$$

$$\text{Fraksi kerosin (\%)} = \frac{\text{luas area GC untuk fraksi kerosin}}{\text{luas area total}} \times 100$$

$$\text{Fraksi solar (\%)} = \frac{\text{luas area GC untuk fraksi solar}}{\text{luas area total}} \times 100$$

### Analisa Berat Jenis Menggunakan Piknometer

Pengukuran berat jenis produk *hydrocracking* dilakukan dengan tahapan-tahapan berikut:

- Piknometer kosong yang sudah dicuci dipanaskan di dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit.
- Piknometer yang sudah dikeringkan didinginkan di dalam desikator.
- Piknometer kosong ditimbang dan dicatat beratnya ( $M_1$ )
- Piknometer yang sudah diisi sampel ditimbang dan dicatat beratnya ( $M_2$ )
- Nilai berat jenis dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{Berat jenis (gr/ml)} = \frac{M_1 - M_2}{M_3}$$

Keterangan :

$M_1$  = Berat piknometer kosong (gr)

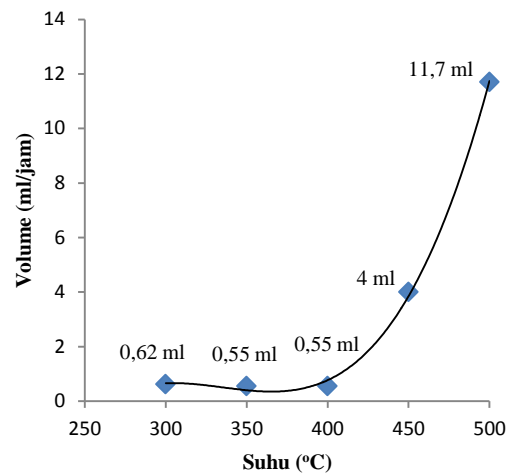
$M_2$  = Berat pinometer+sampel – Berat piknometer kosong (gr)

$M_3$  = Volume piknometer (ml)

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Suhu terhadap Kecepatan Pembentukan Produk *Hydrocracking*

Pengaruh suhu terhadap kecepatan pembentukan produk *hydrocracking* diperlihatkan pada gambar 2 di bawah ini.

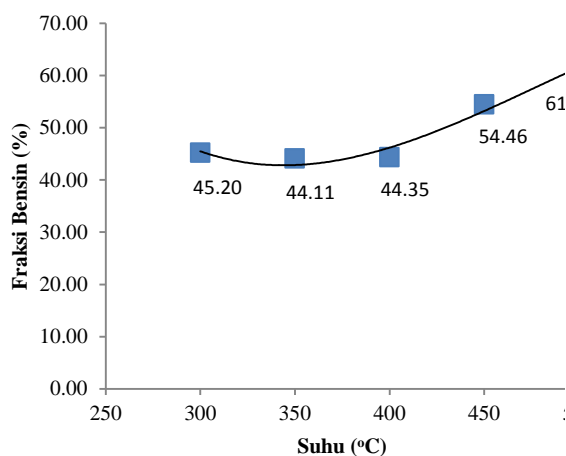


**Gambar 2. Pengaruh Suhu terhadap Kecepatan Pembentukan Produk *Hydrocracking* (Volume umpan 40 ml, berat katalis 1 gr, laju Alir gas hidrogen 20 ml/det)**

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi suhu operasi maka kecepatan produksi meningkat. Suhu yang tinggi menyebabkan semakin banyak oli yang menguap setelah melewati titik didih. Banyaknya uap yang terbentuk menyebabkan peningkatan frekuensi tumbukan antara reaktan dan katalis. Peningkatan frekuensi tumbukan reaktan dengan katalis akan meningkatkan proses adsorpsi pada permukaan katalis, sehingga kecepatan produksi semakin meningkat dengan naiknya suhu. Hasil ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Siswodiharjo (2006) yang menyatakan kecepatan reaksi meningkat dengan meningkatnya suhu, sehingga produk yang dihasilkan juga semakin besar.

### Pengaruh Suhu terhadap Persen Fraksi Bensin Produk *Hydrocracking*

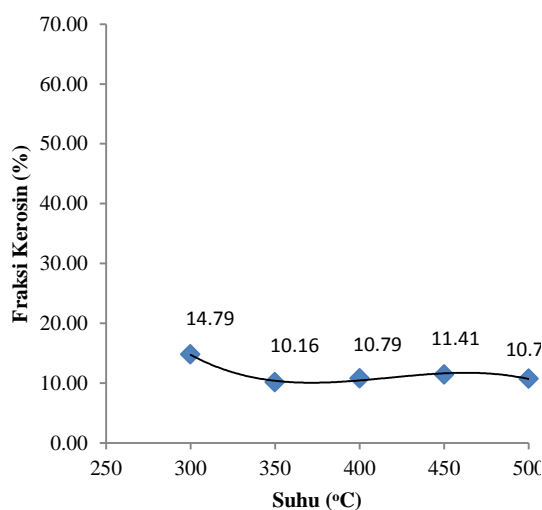
Hasil persen fraksi bensin diperlihatkan pada gambar 3 berikut.



**Gambar 3. Pengaruh Suhu terhadap Persen Fraaksi Bensin (Volume Umpan 40 ml, berat katalis 1gr, laju Alir gas hidrogen 20 ml/det)**

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu maka persen fraksi bensin semakin bertambah. Peningkatan suhu mengakibatkan pemotongan atom C pada bahan baku terjadi lebih banyak, sehingga persen fraksi bensin yang memiliki atom C terpendek jumlahnya meningkat.

Hasil persen fraksi kerosin diperlihatkan pada gambar 4 berikut.

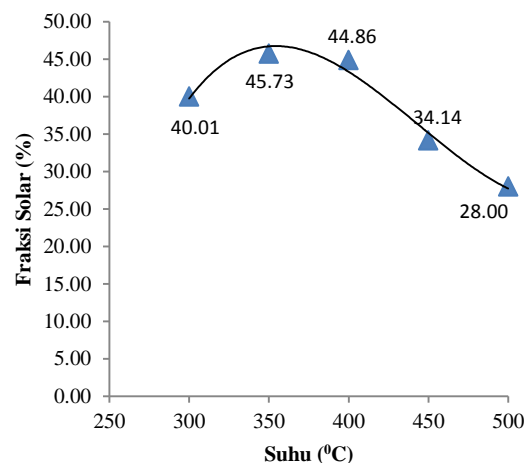


**Gambar 4. Pengaruh Suhu terhadap Persen Fraaksi Kerosin (Volume Umpan 40 ml, berat katalis 1gr, laju Alir gas hidrogen 20 ml/det)**

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa persen fraksi kerosin tertinggi pada suhu 300°C sebesar 14,79%. Kenaikan suhu operasi mengakibatkan persen fraksi kerosin menurun. Suhu yang tinggi mengakibatkan rantai karbon pada bahan baku

terpotong menjadi semakin pendek, sehingga fraksi kerosin yang memiliki rantai karbon yang lebih panjang dibandingkan bensin menjadi berkurang.

Hasil persen fraksi solar diperlihatkan pada gambar 5 berikut.

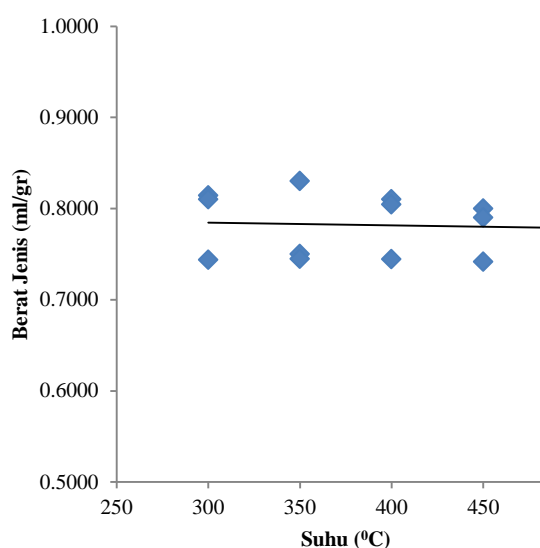


**Gambar 5. Pengaruh Suhu terhadap Persen Fraaksi Solar (Volume Umpan 40 ml, berat katalis 1gr, laju Alir gas hidrogen 20 ml/det)**

Pada gambar 5 dapat dilihat bahwa kenaikan suhu dari 300°C ke 350°C mengakibatkan persen fraksi solar meningkat. Kenaikan suhu dari 350°C sampai 500°C menyebabkan persen fraksi solar menurun. Proses *hydrocracking* merupakan pemotongan rantai karbon yang panjang menjadi lebih pendek hanya dapat berlangsung dengan baik pada suhu tinggi. Semakin tinggi suhu maka fraksi solar yang memiliki rantai karbon terpanjang semakin rendah. Akan tetapi dari grafik di atas terdapat persen fraksi yang meningkat dengan kenaikan suhu, hal ini karena pada suhu yang paling rendah masih terjadi tahap inisiasi sehingga produk yang dihasilkan cenderung sedikit.

#### **Pengaruh Suhu terhadap Berat Jenis Produk *Hydrocracking***

Pengaruh suhu terhadap berat jenis produk *hydrocracking* oli bekas diperlihatkan pada gambar 6.



**Gambar 6. Pengaruh Suhu terhadap Berat Jenis Produk *Hydrocracking* (Volume Umpan 40 ml, berat katalis 1gr, laju Alir gas hidrogen 20 ml/det)**

Titik-titik pada gambar 6 menunjukkan data pengukuran berat jenis sebanyak dua sampel pada masing-masing kondisi (sistem duplo) dan data berat jenis yang dihitung secara teoritis. Nilai berat jenis, baik dari hasil kedua pengukuran maupun yang dihitung secara teoritis cenderung tetap dengan adanya kenaikan suhu. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa berat jenis yang diperoleh dari pengukuran dan berat jenis teoritis mempunyai nilai yang cukup dekat, hal ini menunjukkan bahwa persen fraksi produk yang dianalisa menggunakan alat GC adalah benar.

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- 1) Kecepatan pembentukan produk *hydrocracking* meningkat dengan semakin tingginya suhu.
- 2) Semakin tinggi suhu maka persen fraksi bensin semakin besar, sedangkan persen fraksi kerosin dan solar semakin kecil.
- 3) Suhu tidak berpengaruh terhadap berat jenis produk *hydrocracking*.

#### DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 2011. "Informasi Keinstrumenan GC". <http://indonesiakimia.blogspot.com/2011/05/gas-chromatography-gc.html>. Diakses Oktober 2013.

Anonim. 2012. "Jumlah Kendaraan Menurut Jenis". Badan Pusat Statistik. [www.bps.go.id/tab-sub/view.php?tabel=1&id\\_subyek=17&notab=12](http://www.bps.go.id/tab-sub/view.php?tabel=1&id_subyek=17&notab=12). Diakses 18 November 2013.

Anonim. 2013. "Minyak Bumi". [Sherchemistry.wordpress.com/kimia-x-2-/minyak-bumi/](http://Sherchemistry.wordpress.com/kimia-x-2-/minyak-bumi/). Diakses September 2013.

Fadarina; Yezam dan Selastia, Y. 2011. "Teknologi Minyak Bumi". Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang.

Fanani, Z. 2010. "*Hydrocracking* Tir Batu Bara Menggunakan Katalis Ni-Mo-S/ZAA untuk Menghasilkan Fraksi Bensin dan Fraksi Kerosin". Edisi Khusus Juni 2010 (C) 10:06-08.

Fanani, Z; Addy, R. dan Iwan, W. 2013. "Regenerasi Katalis Ni-Zeolit Alam Aktif untuk *Hydrocracking* Minyak Jarak Pagar" Jurnal Penelitian Sains. Universitas Sriwijaya. Palembang.

Lufina, I; Bambang, S. dan Rini, Y. 2013. "Studi Pemanfaatan Minyak Karet (*Hevea Brasiliensis*) sebagai Bahan Bakar pada Kompor Rumah Tangga". Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem Vol. 1, No. 1 Februari 2013, 60-68.

Manik, R. 2013. "Sekilas Mengenai Bensin Premium". <http://ridomanik.blogspot.com/2013/07/sekilas-mengenai-bensin-premium.html>. Diakses 29 Oktober 2013.

Olivin, M. 2010. "SNI Tata Cara Pemanfaatan Oli Bekas untuk Campuran ANFO". <http://www.scribd.com/doc/123688943/SNI-Tata-cara-pemanfaatan-oli-bekas-untuk-campuran-ANFO>. Diakses 29 November 2013.

Ridzky, M. 2012. "Logam Transisi". [Muhammadridzky.wordpress.com/2012/03/02/logam-transisi/](http://Muhammadridzky.wordpress.com/2012/03/02/logam-transisi/). Diakses 26 November 2013.

Siswodiharjo. 2006. "Reaksi Hidrorengkah Katalis Ni/Zeolit, Mo/Zeolit, NiMo/Zeolit Terhadap Parafin". Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

Trisunaryanti, W; Suryo, P. dan Arista, P. 2008. "Hidrorengkah Katalitik Oli Bekas Menjadi Fraksi Bahan Bakar Cair Menggunakan ZnO, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Zeolit Alam Aktif dan Modifikasinya" Indonesian Journal of Chemical Sciene., 2008 (3), 342 - 347.

Vilsofvy, S. 2013. "Pelumas Mineral, Sintetis dan Semi Sintetis". <http://www.scribd.com/doc/74568197/JE>

*NIS-PELUMAS*. Diakses 25 September 2013.

Wijaya, A. dan Dhimas, W. 2013. "Pemanfaatan Oli Bekas Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bahan Bakar Cair (BBC) dengan Metode Catalytic Cracking Menggunakan Katalis Mordenite". Universitas Diponegoro. Semarang.