

**PENGARUH TEMPERATUR REAKSI  
DAN TEKANAN HIDROGEN PADA PENGHIDRORENGKAHAN  
FRAKSI DISTILAT VAKUM TAR BATUBARA**

*(Effect of Temperature Reaction and Hydrogen Pressure  
in Hydrocracking Coal Tar Vacuum Distillate Fraction)*

**Novie Ardhyarini, Syntha Nardey, Daliya Indra Setiawan dan Muh Kurniawan**

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

Jl. Ciledug Raya Kav.109, Cipulir, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan

Telepon: +62-21-7394422, Fax.: +62-21-7246150

email: [novie@lemigas.esdm.go.id](mailto:novie@lemigas.esdm.go.id) ; [@lemigas.esdm.go.id](mailto:@lemigas.esdm.go.id)

Teregistrasi I tanggal 11 Agustus 2015; Diterima setelah perbaikan tanggal 18 September 2015;

Disetujui terbit tanggal: 31 Desember 2015

**ABSTRAK**

Penghidrorengkahan fraksi distilat vakum tar batubara dilakukan menggunakan katalis NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub> dalam reaktor autoclave dengan sistem batch untuk menghasilkan bahan bakar minyak. Pengaruh temperatur reaksi (400 – 450°C) dan tekanan hidrogen awal (80-120 bar) pada sifat fisika dan kimia produk penghidrorengkahan diteliti. Sifat produk mengalami peningkatan mutu setelah penghidrorengkahan dengan penurunan kadar pengotor (sulfur dan nitrogen) dan SG 60/60°F serta peningkatan nilai rasio mol H/C. Kondisi percobaan pada temperatur 450 °C dan tekanan hidrogen 120 bar memberikan hasil terbaik yaitu penurunan nilai SG 60/60°F, sulfur dan nitrogen dari 1,1127; 0,39 % brt dan 1,75 %brt pada umpan menjadi 0,9154; 0,008% brt dan 0,54% brt pada produk. Rasio mol H/C mengalami peningkatan dari 1,18 pada umpan menjadi 1,52 pada produk. Fraksi-fraksi produk penghidrorengkahan dipisahkan menggunakan simulasi distilasi dengan kromatografi gas dan hasilnya berupa fraksi nafta 22,7% vol dan fraksi distilat tengah 56,2% vol. Hasil ini memperlihatkan fraksi distilat vakum tar batubara dapat ditingkatkan mutunya melalui penghidrorengkahan dan didapatkan fraksi-fraksi lebih ringan yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan bakar minyak atau komponen blending bahan bakar minyak.

**Kata Kunci :** tar batubara, fraksi distilat vakum, penghidrorengkahan, temperatur, tekanan hidrogen, bahan bakar minyak.

**ABSTRACT**

*Hydrocracking coal tar distillate vacuum fraction was carried out over NiMo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.SiO<sub>2</sub> catalyst in autoclave reactor with batch system to produce liquid fuel. The effect of reaction temperature (400-450°C) and hydrogen pressure (80-120 bar) on product properties hydrocracking were investigated. The properties of product upgraded after hydrocracking with decreasing level of impurities (sulphur and nitrogen ) and SG 60/60°F and increasing H/C mole ratio value. The reaction condition with temperature 450 °C and hydrogen pressure 120 bar provided the best result that is decreasing value SG 60/60 °F, sulphur and nitrogen from 1.1127, 0.39% wt and 1.75% wt in the feed to 0.9154, 0.008 %wt and 0.54% wt in the product. The mole ratio H/C increased from 1.18 in the feed to 1.52 in the product. Fractions from hydrocracking product was separated by simulation distillation with gas chromatography and the yield were 22.7% vol naphta fraction dan 56.2% vol middle distillate*

*fraction. The result indicate that coal tar distilate vacuum fraction could be considerably upgraded through hydrocracking and obtained the lighter fractions that have potential to be used as fuel or fuel blending components.*

**Keywords:** Coal tar, Vacum Distilate Fraction, Hydrocracking, Temperature, Hydrogen Presure, Fuel.

## PENDAHULUAN

Setiap tahun produksi minyak bumi di Indonesia semakin menurun namun konsumsi bahan bakar minyak semakin meningkat. Hal ini menyebabkan berkembangnya penelitian pemanfaatan sumber energi lain untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu sumber energi yang dimiliki Indonesia adalah batubara. Cadangan batubara masih berlimpah dan produksi semakin meningkat ditengah kenaikan harga minyak bumi. Industri menggunakan batubara dalam proses produksinya diantaranya dengan proses gasifikasi batubara. Gasifikasi batubara adalah proses mengkonversi batubara menjadi *syngas* sebagai produk utama dan tar batubara sebagai produk samping tar.

Bentuk fisik tar batubara (Gambar 1) mirip dengan minyak bumi tetapi kualitasnya lebih rendah karena tar batubara mengandung prekursor karbon dalam jumlah besar, pengotor dalam bentuk heteroatom seperti sulfur, nitrogen dan logam serta sangat aromatik sehingga akan menghasilkan produk dengan kualitas rendah (Li et al. 2013). Standar dan spesifikasi bahan bakar minyak yang berlaku di Indonesia membatasi kadar pengotor (sulfur, nitrogen, oksigen dll) sehingga pemanfaatan tar batubara memerlukan proses peningkatan mutu untuk memenuhi spesifikasi tersebut.

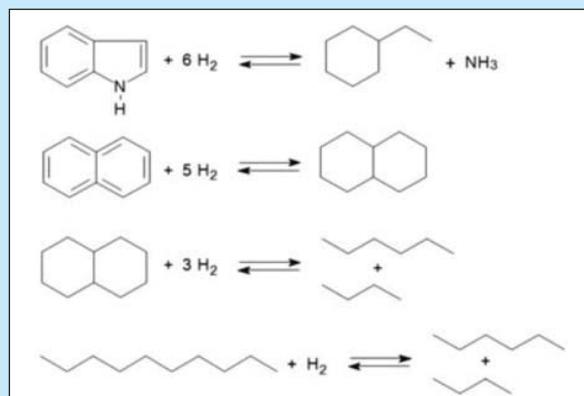
Beberapa teknologi telah dikembangkan untuk meningkatkan mutu minyak berat diantara

*carbon rejection*, penambahan hidrogen dan kombinasi kedua metode tersebut (Castaneda, Munoz & Ancheyta 2014). Penambahan hidrogen menghasilkan produk kualitas tinggi karena berkurangnya kadar pengotor sehingga lebih ramah lingkungan. Salah satu proses penambahan hidrogen adalah penghidrorengkahan dan mekanismenya mirip dengan perengkahan katalitik tetapi bersamaan dengan hidrogenasi (Speight, 2011). Proses ini menggunakan katalis penghidrorengkahan dan gas hidrogen. Katalis penghidrorengkahan yang digunakan seperti Ni-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.SiO<sub>2</sub>, Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.SiO<sub>2</sub> dll. Katalis ini merupakan katalis bifungsional yakni katalis yang memiliki dua sisi aktif yaitu sisi aktif asam untuk memecah ikatan C-C dan sisi aktif logam untuk hidrogenasi (Speight, 2011). Gambar 2 memperlihatkan reaksi kimia pada penghidrorengkahan.

Penghidrorengkahan tar batubara merupakan tantangan dan teknologi baru yang belum banyak dilaporkan. Publikasi sebelumnya penghidrorengkahan tar batubara dengan katalis zeolit USY menghasilkan BTX (Benzene, Toluena dan Xylene) cukup tinggi sebesar 19,4% berat (Radwan et. al 1998). Gu et al menggunakan pelarut superkritikal (xylene dan gasoline) dalam penghidrorengkahan tar batubara dengan katalis Ni-Mo-Pd-Zeolit Y menghasilkan produk minyak ringan dalam jumlah besar. Ardhyarini



Gambar 1  
Tar Batubara.



Gambar 2  
Reaksi Kimia Pada Penghidrorengkahan<sup>9</sup>.

2. Pengaruh Temperatur Reaksi dan Tekanan Hidrogen Pada Penghidrorengkahan Fraksi Distilat Vakum Tar Batubara.  
(Novie Ardhyarini, Syntha Nardey, Daliya Indra Setiawan dan Muh Kurniawan)

dkk melakukan penghidrorengkahan tar batubara menghasilkan penurunan terhadap kadar pengotor dan kenaikan rasio mol H/C sedangkan dari hasil simulasi distilasi didapatkan fraksi nafta dan distilat tengah yang cukup besar.

Penghidrorengkahan fraksi tar batubara juga belum banyak dilaporkan. Leckel menggunakan umpan distilat tar batubara (creosote, bp 205 - 420°C) dengan katalis CoMo/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menghasilkan nafta 43% berat dan diesel 57% berat. Kan et al menggunakan umpan distilat tar batubara (<360°C) dengan dua tahap penambahan hidrogen

yaitu *hydrofining* (katalis Mo-Co/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) dan penghidrorengkahan (katalis W-Ni/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) berhasil menurunkan kadar nitrogen dan sulfur.

Tujuan penelitian adalah melakukan penghidrorengkahan menggunakan reaktor autoclave dengan umpan fraksi distilat vakum tar batubara dan katalis nikel-molibdenum pada alumina silika (Ni-Mo/.Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SiO<sub>2</sub>). Parameter yang menjadi perhatian penelitian ini adalah temperatur reaksi dan tekanan hidrogen awal. Produk penghidrorengkahan dikarakterisasi dan didistilasi menggunakan simulasi distilasi.

**Tabel 1**  
**Karakterisasi Tar Batubara<sup>1</sup>**

Parameter	Satuan	Nilai
SG 60/60°F	-	1.1081
Analisis Elemen		
Karbon	%-berat	79.05
Hidrogen	%-berat	7.96
Nitrogen	%-berat	1.74
Sulfur	%-berat	0.38
Oksigen	%-berat	10.87
Rasio mol H/C	-	1.21
Kadar Poliaromatik	%-berat	63.6
Kin. Viscosity pada 50°C	cSt	130
Asphaltens	%-berat	25.07
CCR	%-berat	6.39

**Tabel 2**  
**Hasil Distilasi Tar Batubara**

Fraksi	Titik Didih (°C)	Hasil (%-vol)
Fraksi Ringan	< 80	0
Nafta	80 - 200	3.1
Distilat tengah	200 - 350	42.3
Distilat Vakum	350 - 520	30.3
Residu Vakum	> 520	24.2
Total		100

**Tabel 3**  
Karakterisasi Fraksi Distilat Vakum

Parameter	Satuan	Nilai
SG 60/60°F	-	1.1127
Nitrogen	%-berat	1.75
Sulfur	%-berat	0.38
Rasio mol H/C	-	1.18

**Tabel 4**  
Karakterisasi Katalis Penghidroengkahan<sup>1</sup>.

Parameter	Satuan	Nilai
Nikel	%-berat	2.87
Molibdenum	%-berat	6.99
Luas Permukaan	m <sup>2</sup> /g	234
Volume Pori	mL/g	0.49
Diameter Pori	Å	84

### Percobaan

#### Umpan

Tar batubara dan fraksi-fraksinya memiliki kadar nitrogen dan oksigen yang tinggi bila dibandingkan dengan minyak bumi pada umumnya. Sampel tar batubara didapatkan dari gasifikasi batubara dari kawasan industri di Sumatera Utara. Karakterisasi

dan distilasi tar batubara diperlihatkan pada Tabel 1, Tabel 2 dan Tabel 3.

#### Katalis

Katalis penghidroengkahan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan katalis nikel molibdenum dengan support alumina silika.



**Gambar 3**  
Katalis Penghidroengkahan.



1. Reaktor autoclave (body dan penutup), 2. Mantel Pemanas, 3. Pengukur Tekanan, 4. Katup Kran Masuk/Keluas Gas, 5. Kontrol panel)

Gambar 4  
Reaktor Autoclave dan Kontrol Panel'.

Karakterisasi dan gambar katalis penghidrorengkahan diperlihatkan pada Tabel 4 dan Gambar 3.

### Sistem Reaksi dan Prosedur Operasi

Penghidrorengkahan fraksi distilat vakum tar batubara dilakukan dalam reaktor autoclave sistem batch dengan aliran gas hidrogen tidak kontinu. Gambar reactor autoclave diperlihatkan Gambar 4, keseluruhan reaksi pada reaktor terdiri dari autoclave, mantel pemanas, pengukur tekanan dan katup gas. Pengaturan kondisi operasi dan pemantauan saat reaksi menggunakan control panel.

### Prosedur Operasi dan Analisa Produk

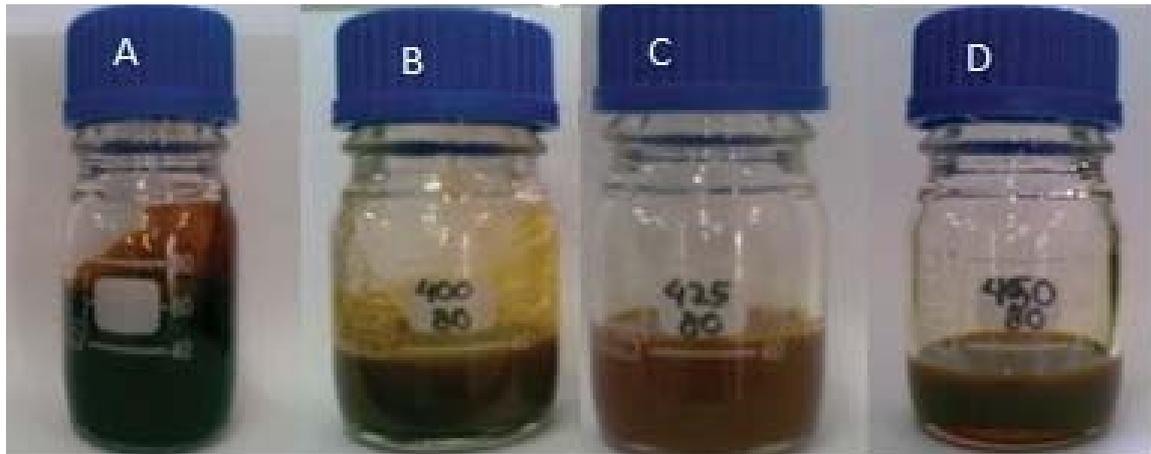
Penghidrorengkahan fraksi distilat vakum tar batubara dilakukan sebagai berikut : (a) Presulfiding katalis. Sebelum dilakukan percobaan dilakukan uji kebocoran pada autoclave menggunakan gas nitrogen. Jika tidak bocor kemudian dilakukan presulfiding menggunakan gas hidrogen. Percobaan ini menggunakan metode presulfiding basah Kondisi presulfiding katalis dilakukan sebagai berikut katalis = 40 gr = 30 bar,  $T=300^{\circ}\text{C}$ ,  $t=200$  menit menggunakan dimetil disulfide (18,5 mL) dalam solar (200 mL) (Ardhyarini, Setiawan & Nardey 2013) (b) Percobaan penghidrorengkahan. Fraksi distilat vakum tar batubara 50 mL dan katalis 5 gram dimasukkan ke dalam autoclave kemudian diatur dengan control panel sesuai kondisi percobaan (temperature reaksi dan tekanan hidrogen). Pada percobaan ini dilakukan dengan melakukan variasi terhadap temperature reaksi dan tekanan hidrogen,

yakni pada kondisi operasi temperatur reaksi ( $400 - 450^{\circ}\text{C}$ ) pada tekanan hidrogen tetap dan tekanan hidrogen (80-120 bar) pada temperatur reaksi tetap. Waktu yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur dari temperatur ruang ke temperatur reaksi adalah 30 menit dan penghidrorengkahannya dilakukan selama 1 jam. Produk penghidrorengkahan berupa cairan yang dikarakterisasi dalam percobaan ini.

Karakterisasi umpan dan produk penghidrorengkahan melibatkan beberapa pengukuran diantaranya distilasi tar batubara (alat distilasi True Boiling Point, TBP), analisa elemen (karbon, hidrogen, nitrogen), ASTM D5291; analisa SG 60/60°F, ASTM D 1298; total sulfur, ASTM D4294 dan simulasi distilasi, ASTM D2887-06a/GC SIMDIS.

### III. HASIL DAN DISKUSI

Karakterisasi tar batubara (Tabel 1) memperlihatkan tar batubara memiliki rasio hidrogen per karbon rendah, kadar nitrogen dan oksigen tinggi serta kadar poliaromatik tinggi. Nilai ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan kebanyakan minyak bumi yang menjadi umpan di kilang minyak.<sup>12</sup> Distilasi tar batubara menghasilkan fraksi-fraksi yang diperlihatkan Tabel 2. Fraksi kedua terbesar yaitu distilat vakum menjadi umpan dalam percobaan ini. Karakterisasi distilat vakum diperlihatkan Tabel 3. Hasil distilasi tidak mengubah sifat fisika kimia dari distilat seperti rendahnya rasio mol hidrogen per karbon dan tingginya kadar nitrogen tinggi sehingga perlu dilakukan peningkatan mutu.



**Gambar 5**  
Fraksi Residu Vakum (Umpan) dan Produk Penghidroengkahan Pada Tekanan Hidrogen 80 Bar (A. Umpan; B. T=400°C ; C. T=425°C; D. T=450°C).

Peningkatan mutu dilakukan menggunakan proses penghidroengkahan karena umpan memiliki kadar poliaromatik tinggi dan pengotor (nitrogen, oksigen dan sulfur) berada di dalamnya (heteroatom) (Fetzer & Kershaw 1995). Perengkahan perlu dilakukan terlebih dahulu sebelum hidrogenasi pengotor. Katalis komersil nikel-molibdenum dengan support alumina silika dipilih karena umpan yang digunakan mengandung kadar nitrogen tinggi. Reaksi hidrogenasi (HDN) melibatkan penjuanan cincin aromatik pada heteroatom sebelum pemotongan ikatan C-N (Girgis & Gates 1991) Parameter yang mempengaruhi penghidroengkahan diantaranya temperatur reaksi dan tekanan hidrogen.

#### Pengaruh Temperatur Reaksi Pada Sifat Fisika Kimia Produk

Parameter ini merupakan proses yang mudah dan ekonomis untuk mengatur proses penghidroengkahan. Laju reaksi dan konversi umpan pada proses penghidroengkahan meningkat dengan kenaikan temperatur reaksi (Speight 2000).

Kenaikan temperatur lebih lanjut menyebabkan deaktivasi katalis akibat peningkatan perengkahan dan coking reaktan dan produk sehingga pemilihan temperatur yang sesuai sangat penting (Li et al. 2013). Proses penghidroengkahan pada percobaan ini dilakukan pada temperatur reaksi 400–450°C dan tekanan hidrogen tetap 80 bar. Umpan dan produk penghidroengkahan diperlihatkan Gambar 5, dimana secara visual terjadi perubahan dari umpan berwarna hitam dan kental menjadi produk coklat dan lebih encer. Cairan yang lebih encer membuktikan reaksi penghidroengkahan telah terjadi dimana struktur kimia awalnya kompleks (heterosiklik, polisiklik dll) pecah menjadi struktur yang lebih kecil.

Pengaruh temperatur reaksi pada sifat fisika kimia produk penghidroengkahan diperlihatkan Tabel 5. Data memperlihatkan terjadi penurunan SG 60/60°F pada produk dibandingkan dengan umpan. Penurunan terbesar terjadi pada temperatur reaksi 450°C yaitu sebesar 15, 4% dari SG 60/60°F umpan 1,1127 menjadi 0,9417. Leckel menemukan hasil

**Tabel 5**  
Pengaruh Temperatur Reaksi pada Produk Penghidroengkahan

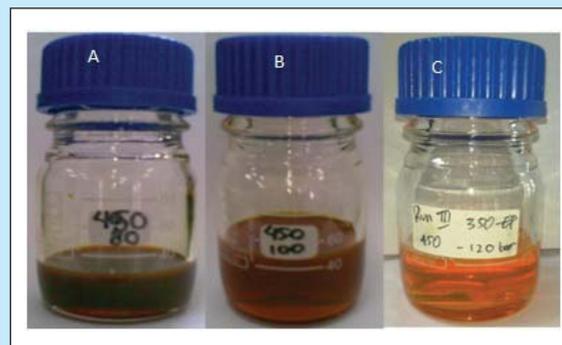
Parameter	Umpan	Temperatur Reaksi (°C)		
		400	425	450
SG 60/60°F	1.1127	1.0120	0.9638	0.9417
Sulfur (% brt)	0.39	0.11	0.06	0.02
Nitrogen (% brt)	1.75	1.44	1.06	0.67

yang sejenis pada percobaan hydroprocessing residu dari gasifikasi batubara yang mempelajari pengaruh temperatur reaksi dalam range 350-460°C. Mereka menemukan peningkatan jumlah produk (<200°C) ketika temperatur reaksi meningkat. Pada saat bersamaan terjadi juga penurunan kadar pengotor yaitu sulfur dan nitrogen. Penurunan terbesar kadar pengotor pada penelitian ini terjadi pada temperatur reaksi 450°C yaitu sebesar 94,9% dari kadar sulfur umpan 0,39%-berat menjadi 0,02 %-berat. Pada kadar nitrogen terjadi penurunan sebesar 61,7 % dari kadar nitrogen umpan 1,75 %-berat menjadi 0,67 %-berat. Penurunan kadar sulfur dan nitrogen pada temperature tinggi dapat disebabkan karena senyawa sulfur dan nitrogen pada umpan menjadi aktif sehingga bereaksi dengan hydrogen, peningkatan proliferasi dan osmosis dalam pori katalis pada sisi aktifnya karena viskositas yang rendah, molekul besar terdekomposisi menjadi molekul kecil yang dapat berdifusi lebih mudah dalam pori katalis dan mencapai sisi aktif dalam serta peningkatan energy aktivasi menyebabkan peningkatan jumlah molekul pada senyawa berinteraksi (Li et al. 2013).

Pada semua temperatur reaksi, penurunan kadar sulfur lebih besar dibandingkan penurunan nitrogen yang mengindikasikan konversi senyawa sulfur lebih mudah dibandingkan senyawa nitrogen pada umpan penelitian ini. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Li et al yang meneliti senyawa sulfur lebih mudah dikonversi dibandingkan senyawa nitrogen dengan umpan tar batubara temperatur rendah.

#### Pengaruh Tekanan Hidrogen Pada Sifat Fisika Kimia Produk

Tekanan berpengaruh besar pada reaksi penghidrorengkahan dan tekanan hidrogen tinggi dapat meningkatkan penurunan kadar pengotor. Pada percobaan ini penghidrorengkahan dilakukan pada tekanan hidrogen 80-120 bar pada temperatur tetap yaitu 450°C. Pengaruh tekanan hidrogen



**Gambar 6**  
**Temperatur 450°C**  
**(A=80bar; B=100bar; C=120bar).**

dapat dilihat dari produk penghidrorengkahan yang dihasilkan. Secara visual terjadi perubahan terhadap umpan akibat penghidrorengkahan (Gambar 6). Produk yang dihasilkan berwarna coklat, jernih dan berupa cairan yang lebih encer dibandingkan umpan fraksi distilat vakum tar batubara. Hal ini merupakan indikasi awal telah terjadi perengkahan pada umpan. Pengaruh tekanan hidrogen pada sifat fisika kimia produk penghidrorengkahan diperlihatkan Tabel 6.

Data memperlihatkan peningkatan tekanan hidrogen menyebabkan peningkatan kualitas produk yang dihasilkan. Pada penelitian ini, peningkatan tekanan hidrogen menyebabkan penurunan nilai SG 60/60 °F akibat terjadinya perengkahan struktur umpan menjadi lebih kecil. Penurunan terbesar terjadi pada tekanan hidrogen 120 bar yaitu sebesar 17,7% dari SG 60/60°F umpan 1,1127 menjadi 0,9154.

Peningkatan tekanan hidrogen juga menyebabkan peningkatan penurunan kadar pengotor (sulfur dan nitrogen) produk penghidrorengkahan. Penurunan terbesar sulfur terjadi pada tekanan hidrogen 120 bar yaitu sebesar 97,9 % dari kadar sulfur umpan 0,39 %-berat menjadi 0,008 %-berat. Penurunan terbesar nitrogen juga terjadi pada tekanan

**Tabel 6**  
**Pengaruh Tekanan Hidrogen Pada Produk Penghidrorengkahan**

Parameter	Umpan	Tekanan Hidrogen (Bar)		
		80	100	120
SG 60/60°F	1.1127	0.9417	0.9376	0.9154
Sulfur (% brt)	0.39	0.017	0.015	0.008
Nitrogen (% brt)	1.75	0.67	0.81	0.54
Rasio mol H/C	1.18	1.4	1.44	1.52

hidrogen 120 bar yaitu sebesar 69,1% dari kadar nitrogen umpan 1,75%-berat menjadi 0,54%-berat. Penurunan kadar pengotor akibat peningkatan tekanan karena pada tekanan tinggi akibat kontak yang lebih baik antara katalis, hidrogen dan umpan sehingga dihasilkan produk dengan kualitas lebih baik dibandingkan umpan.

Peningkatan tekanan hidrogen juga meningkatkan rasio mol H/C pada produk penghidrorengkahan. Hal ini mengindikasikan terjadinya peningkatan penjenjuran aromatik pada umpan pada tekanan tinggi. Pada tekanan tinggi, lebih banyak gas hidrogen yang terlarut pada umpan, bergerak pada permukaan katalis, berperan pada reaksi hidrogenasi dan pada akhirnya masuk ke produk. Peningkatan terbesar pada penelitian ini terjadi pada tekanan hidrogen 120 bar yaitu sebesar 28,8% dari rasio mol H/C umpan 1,18 menjadi 1,52. Hasil ini sejalan dengan hasil percobaan hydroprocessing dua tahap tar batubara (distilat <360°C) yang dilakukan Kan et al yang mempelajari pengaruh tekanan reaksi (P) dalam range 6-12 MPa. Mereka menemukan penurunan kadar nitrogen dan sulfur serta peningkatan rasio mol H/C pada produk ketika tekanan reaksi meningkat. Leckel juga menemukan hasil yang sejenis pada produknya berupa penurunan RON nafta, peningkatan angka setana dan desintas pada diesel akibat peningkatan penjenjuran aromatik dengan kenaikan tekanan operasi.

#### Simulasi Distilasi

Hasil penghidrorengkahan menghasilkan produk dalam bentuk campuran senyawa dengan rentang titik didih yang besar sehingga perlu dilakukan proses distilasi untuk pemisahan. Pemisahan hasil penghidrorengkahan dengan proses distilasi memerlukan jumlah sampel yang banyak, oleh

karena itu pada penelitian ini untuk mengetahui fraksi-fraksi yang terdapat dalam produk hasil penghidrorengkahan dilakukan dengan menggunakan simulasi distilasi (simdis) kromatografi gas. Hasil simdis diperlihatkan Tabel 7.

Hasil simdis memperlihatkan produk penghidrorengkahan distilat vakum tar batubara memiliki fraksi nafta dan distilat tengah dalam jumlah yang relatif besar yaitu 22,7%vol dan 56,2%vol. Ken et al menemukan hasil yang sejenis berupa produk gasoline 20,1%vol dan diesel 76,9%vol pada percobaannya.

Hasil ini memperlihatkan fraksi distilat vakum tar batubara dapat ditingkatkan mutunya melalui penghidrorengkahan dan didapatkan fraksi-fraksi lebih ringan yang berpotensi untuk digunakan sebagai bahan bakar minyak atau komponen blending bahan bakar minyak. Kondisi operasi temperatur reaksi dan tekanan hidrogen sangat berpengaruh dalam proses ini. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk mendapatkan produk penghidrorengkahan yang lebih banyak sehingga diperoleh data sifat fisik dan kimia yang lebih akurat.

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Penghidrorengkahan berhasil mengkonversi umpan fraksi distilat vakum tar batubara menjadi produk yang lebih ringan. Parameter operasi temperatur dan tekanan hidrogen berpengaruh pada proses ini yakni dengan menurunnya kadar SG 60/60°F dan kadar pengotor (sulfur dan nitrogen) serta meningkatkan rasio mol H/C pada produk. Proses tersebut juga menghasilkan fraksi nafta dan distilat tengah dalam jumlah cukup besar sehingga potensial diolah lebih lanjut menjadi bahan bakar minyak atau komponen blending untuk bahan bakar minyak komersial.

**Tabel 7**  
**Hasil Simulasi Distilasi Produk Penghidrorengkahan**  
(T= 450°C dan  $P_{HZ}$  = 120 Bar)

Fraksi	Titik Didih (°C)	Hasil (%-vol)	
		Umpan	Produk
Fraksi Ringan	< 80	0	1.8
Nafta	80 - 200	0	22.7
Distilat Tengah	200 - 350	0	56.2
Distilat Vakum	350 - 520	100	17.3
Residu Vakum	> 520	0	2
Total		100	100

## KEPUSTAKAAN

- Ardhyarini, N., Setiawan, D.I., dan Nardey, S., 2013**, 'Pengaruh Tekanan Reaktor Pada Pehidrorengkahan Tar Batubara', *Jurnal Kimia Terapan Indonesia* Vol 15 No. 2, Hal 65-73, ISSN : 0853-2788.
- Castaneda L.C., Munoz J.A.D., Ancheyta J., 2014**, 'Current situation of emerging technologies for upgrading of heavy oils', *Catalysis Today* 220– 222 (2014) 248– 273.
- Fetzer, J.C., Kershaw, J.R.**, 'Identification of large polycyclic aromatic hydrocarbons in coal tar pitch', *Fuel* Vol 74 , No. 10 , 1995, pp 1533-1536.
- Girgis M.J., Gates B.C.**, 'Reactivities, Reaction Networks, and Kinetics in High-pressure Catalytic Hydroprocessing', *Ind. Eng. Chem. Res.* 1991,30, 2021-2058
- Gu Z., Chang N., Hou X., Wang J., Liu Z.**, 'Experimental study on the coal tar hydrocracking process in supercritical solvents', *Fuel* 91 (2012) 33–39
- Kan, T., Wang, H., He, H., Li, C., Zhang, S., 2010**, 'Experimental study on two-stage catalytic hydroprocessing of middle-temperature coal tar to clean liquid fuels', *Fuel* 90, 2011, pp.3404-3409.
- Leckel D., 2006**, 'Catalytic Hydroprocessing of Coal-Derived Gasification Residues to Fuel Blending Stocks: Effect of Reaction Variables and Catalyst on Hydrodeoxygenation (HDO), Hydrodenitrogenation (HDN), and Hydrodesulfurization (HDS)', *Energy & Fuels* 2006, 20, 1761-1766
- Li D., Li Z., Li W., Liua Q., Fenga Z, Fana Z., 2013**, 'Hydrotreating of low temperature coal tar to produce clean liquid fuels", *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* 100 (2013) 245–252
- Moulijn, Jacob A., Makkee, M., van Diepen, A. E., 2013**, 'Chemical Process Technology Second edition', Wiley.
- Radwan A. M., Zhang ZG., Chambrion P., Kyotani T., Tomita A., 1998**, 'Hydrocracking of Orinoco tar over metal-free USY zeolite", *Fuel Processing Technology* 55, 277–284.
- Speight, J. G. , 2000**, 'In The Desulfurisation of Heavy Oils and Residua', Marcel Dekker, New York.
- Speight, J. G., 2011**, 'The Refinery of the Future", Elsevier Inc, UK.