

# Pengaruh Inti Asam Katalis Bifungsional pada Produk Hidrokonversi

Oleh:

A. S. Nasution

## I. PENDAHULUAN

Salah satu proses katalitik yang cukup penting untuk pemecahan masalah *Sumatran Light Waxy Residu* (SLWR) dan pembuatan bahan bakar kerosin dan solar adalah proses hidrokonversi.

Kajian literatur studi dan penelitian pengolahan SLWR untuk pembuatan distilat sedang dan pelumas telah dilakukan (1,2,3).

Katalis hidrokonversi ini mengandung dua jenis inti aktif yaitu inti aktif metal dan inti aktif asam.

Untuk mendapatkan data informasi yang lebih banyak mengenai hidrokonversi SLWR tersebut, maka telah dilakukan suatu seri penelitian hidrokonversi distilat vakum SLWR tersebut dengan bantuan dua jenis katalis bifungsional yang inti aktif asamnya berbeda.

Untuk bahan perbandingan, telah pula diselidiki pengaruh inti aktif asam katalis hidrokraking pada proses hidrokonversi *wax* dan normal heptana murni.

Penelitian ini telah dilakukan pada temperatur dari 300°C sampai dengan 420°C dan tekanan dari 30 sampai dengan 110 kg/cm<sup>2</sup> dengan bantuan alat *catat test unit*. Alat *catat test unit* ini dilengkapi dengan alat pengatur temperatur di dalam reaktor dan dapat dijalankan secara kontinu.

Makalah ini akan menguraikan hasil pe-

nelitian proses hidrokonversi distilat vakum SLWR, *wax* dan n. heptana dengan memakai katalis bifungsional yang inti aktif asamnya berbeda.

## II. PERCOBAAN

Untuk memperoleh gambaran mengenai pelaksanaan percobaan hidrokonversi dari ketiga jenis umpan tersebut, maka terlebih dahulu akan diuraikan empat topik berikut:

- Bahan-bahan,
- Peralatan,
- Prosedur percobaan,
- Analisa hasil reaksi.

### A. Bahan-bahan

Distilat vakum SLWR, *wax* dan n. heptana telah dipakai sebagai umpan pada penelitian ini, yang karakteristiknya di tunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1  
Karakteristik umpan

Karakteristik umpan		Vakum distilat	Wax
Trayek didih	°C	350-550	-
Porsentase dari minyak	% berat	34,7	-
Densitas pada 70 °C		0,824	0,826
Viskositas pada 98,9 °C	cSt	4,35	16
Kadar wax	% berat	46	97
Kadar asfaltena	% berat	<0,05	-
Kadar karbon residu (CCR)	% berat	<0,03	-

Umpan normal heptana mempunyai kemurnian 95 % mol.

Katalis bifungsional yang telah dipergunakan dalam percobaan ini adalah dua jenis katalis industri dengan *support*  $Al_2O_3 - SiO_2$  yang komposisinya berbeda.

### B. Peralatan

Skema alat *catatest unit* yang telah dipergunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Skema 1.

Volume dan diameter dalam reaktor adalah masing-masing 200 ml dan 19 mm. Alat ini bekerja tanpa sirkulasi gas. Temperatur reaktor diregulasi secara otomatis dan dicatat pada rekorder.

### C. Prosedur percobaan

Prosedur percobaan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Setelah reaktor diisi dengan katalis, maka reaktor dipasang pada unit, kemudian dialirkan gas  $H_2$  ke unit dengan tekanan dan  $H_2/HC$  operasi yang diinginkan.
- Temperatur reaktor dinaikkan pelan-pelan sampai  $250^{\circ}C$ , kemudian umpan dipompakan ke dalam unit tersebut.
- Lalu temperatur dinaikkan pelan-pelan sampai temperatur operasi.
- Berat jenis produk cair ditentukan setiap 4 jam sekali.
- Setiap percobaan ditentukan:

Jumlah umpan, volume produk gas, dan berat produk cair.

Dan contoh-contoh dari kedua produk cair dan gas tersebut akan dianalisis lebih lanjut.

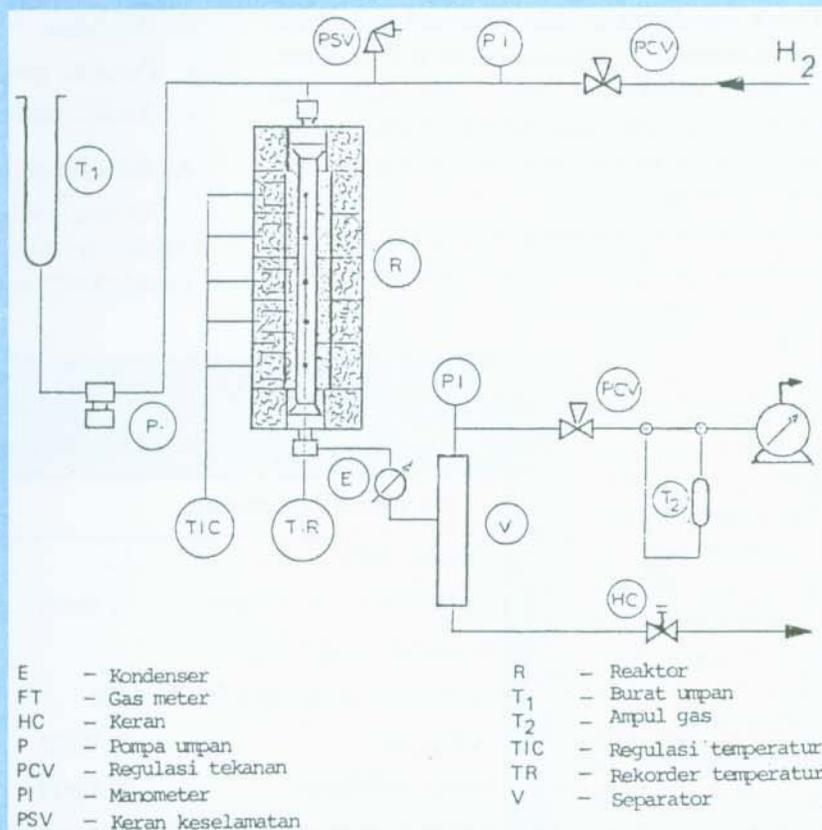
### D. Analisis hasil reaksi

- Produk gas dan produk cair dari umpan n-heptana

Tabel 2  
Analisis produk

Jenis produk	Metode
Produk gas	G.L.C.
Produk cair	
80 <sup>o</sup> - 150 <sup>o</sup> C	% vol
Parafin	
Naftena	
Aromatik	
150 <sup>o</sup> - 250 <sup>o</sup> C	% vol
Titik asap	mm
250 <sup>o</sup> - 380 <sup>o</sup> C	
Densitas pada 40 <sup>o</sup> C	IP. 190
Titik anilin	<sup>o</sup> C
	ASTM D. 161

Tekanan maksimal: 150 bars, temperatur maksimal:  $550^{\circ}C$ ,  
kecepatan umpan sd-750 ml/jam, volume reaktor = 200 cm<sup>3</sup>



Skema 1  
Unit catatest

dianalisis komposisinya dengan bantuan alat gas kromatografi.

- Produk cair dari kedua jenis umpan lainnya, dilakukan fraksinasi lebih dahulu, yaitu:

- *Theoretical plate* = 30

- *Reflux ratio* = 4/1

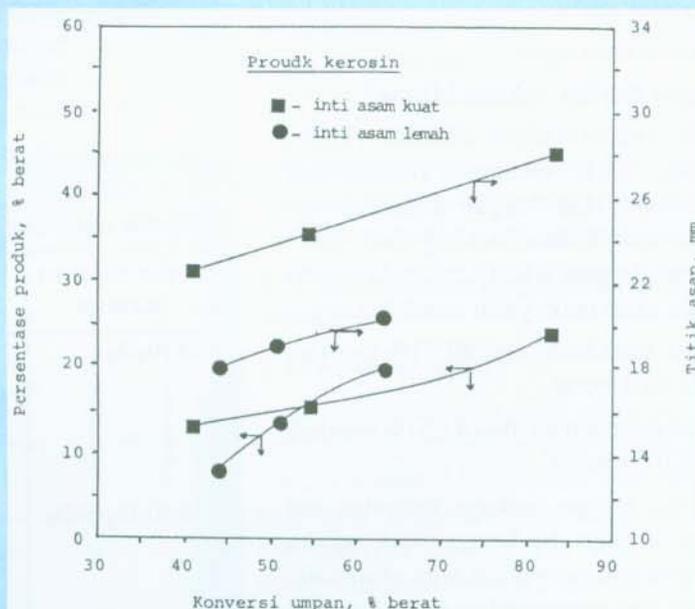
Kemudian dianalisis setiap fraksi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.

### III. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan hidrokonversi dari distilat vakum Minas, wax, dan normal heptana dengan memakai dua jenis katalis bifungsional yang inti asamnya berbeda ditunjukkan pada Tabel 3 dan 4 dan Grafik 1, 2, 3, 4 dan 5.

Data eksperimen ini akan ditinjau dari tiga topik berikut:

- Konversi umpan,



Grafik 1  
Pengaruh konversi umpan pada persentase dan titik asap produk kerosin dengan dua jenis katalis hidrokonversi

Tabel 3  
Distribusi dan mutu produk hidrokracking distilat vakum

	Temperatur operasi					
	390°		400°		410°	
	AT*	AR *	AT	AR	AT	AR
Konversi umpan % vol	40,43	43,51	54,38	50,93	83,19	63,01
Nafta ringan (IBP-80°C)	1,70	-	5,78	0,63	6,50	0,51
Nafta berat (80° - 150°C)	4,53	2,30	8,45	4,53	15,73	7,66
Komposisi hidrokarbon % vol						
Parafin	48,27	34,84	54,75	48,27	55,24	54,75
Naftena	40,5	51,72	24,45	40,50	26,14	34,45
Aromat	11,23	13,34	11,80	11,23	8,62	11,8
Kerosin (150° - 250°C) % vol	13,23	7,40	15,46	13,51	24,33	20,33
Kadar aromat % vol	20,1	25	18	24	16,8	21
Titik asap mm	22,5	18	24	19	28,1	20
Solar (250° - 380°C) % vol	20,11	33,81	21,59	31,90	23,54	34,34
Titik anilin °C	-	90,2	-	89,4	-	89,2
Indeks diesel	68,7	73	79,2	74,8	83,2	78,2

\*Catatan: AT = Inti asam tinggi  
AR = Inti asam rendah

- Produk distilat sedang, dan
- Produk nafta.

#### A. Konversi umpan

##### Umpan distilat vakum Minas

Konversi umpan distilat vakum Minas naik dengan temperatur percobaan, dan dengan dinaikkannya temperatur hydrocracking dari 390<sup>o</sup> sampai dengan 410<sup>o</sup>C maka konversi umpan akan naik; yaitu untuk katalis:

- Inti asam kuat: dari 40,31% menjadi 83,14% berat,
- Inti asam lemah: dari 43,51% menjadi 63,01% berat.

Dan dengan naiknya kekuatan inti asam katalis bi-fungsional, maka konversi distilat vakum juga akan naik, selektivitas pembentukan produk distilat tengah (180<sup>o</sup> - 380<sup>o</sup>C) menurun dengan naiknya konversi umpan. Hasil penelitian tersebut di atas menunjukkan: naiknya konversi umpan dengan temperatur percobaan diperkirakan bahwa pada temperatur percobaan yang tinggi, molekul umpan yang cukup besar tersebut dapat berdifusi ke dalam pori katalis sehingga kontak antara umpan dengan inti asam katalis akan naik (4).

Dan inti asam katalis yang tinggi akan mempercepat reaksi perengkahan melalui mekanisme ion karbonium.

Selektivitas yang rendah pada konversi umpan yang tinggi katalis yang berinti asam kuat disebabkan oleh sifat reaksi hidrokraking yang berjalan secara konsekutif (5).

##### Umpan wax

Perbandingan antara produk isomerisasi dengan produk perengkahan naik dengan kekuatan inti asam katalis bi-fungsional (Tabel 4 dan Grafik 4).

Berdasarkan data percobaan ini, terlihat bahwa peranan inti asam pada katalis bi-fungsional cukup penting pula pada reaksi isomerisasi, di samping reaksi perengkahan yang telah diamati pada hidrokarbon distilat vakum Minas tersebut di atas (6).

#### Umpan normal-heptana

Grafik 5 menunjukkan bahwa inti asam katalis bi-fungsional yang cukup tinggi telah menurunkan produk isomerisasi normal heptana tersebut.

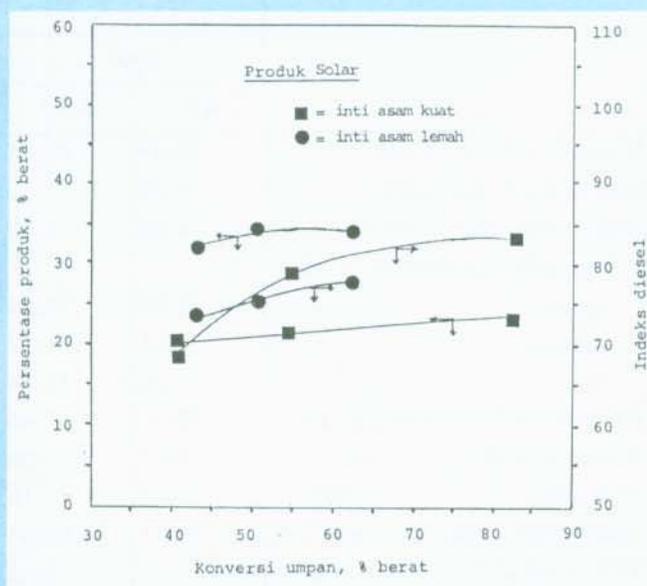
Tabel 4  
Produk perengkahan dan isomerisasi pada hidrokraking wax

Jenis support katalis	Temperatur °C	Persentase produk % berat	
		Perengkahan	Isomerisasi
M/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	380	8,1	7,1
	390	20,2	8,2
	400	42,5	9,3
	410	70,0	11,1
M/Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiO <sub>2</sub>	380	9,0	11,5
	390	25,1	28,0
	400	52,5	27,7

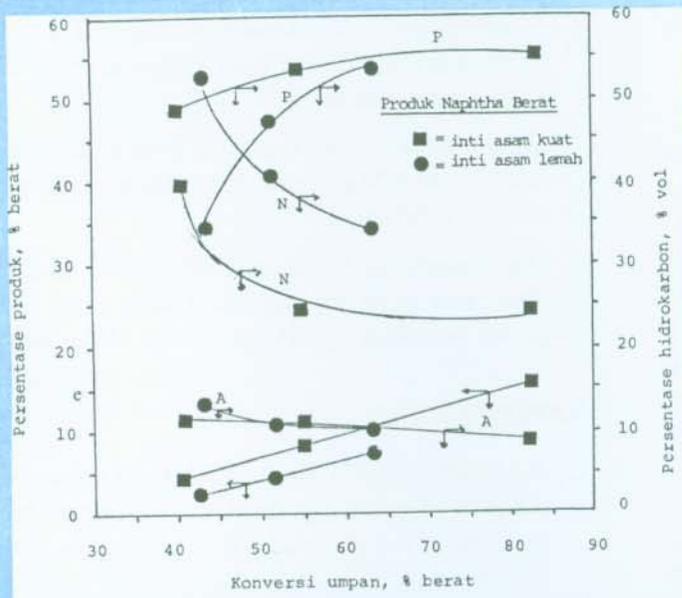
##### Hidrokraking wax

###### Kondisi operasi

- Tekanan kg/cm = 110
- H<sub>2</sub>/HC lt/lt = 1000
- Katalis = 2 jenis
- Temperatur °C = Variable



Grafik 2  
Pengaruh konversi umpan pada persentase dan indeks disel produk solar dengan dua jenis katalis hidrokonversi



Catatan: P = Parafin, N = Naftena, A = Aromat

**Grafik 3**  
Pengaruh konversi umpan pada persentase dan komposisi hidrokarbon produk nafta berat dengan dua jenis katalis hidrokonversi

Penurunan produk isomerisasi n-heptana pada inti asam katalis bi-fungsional yang tinggi, disebabkan antara lain naiknya reaksi perengkahan.

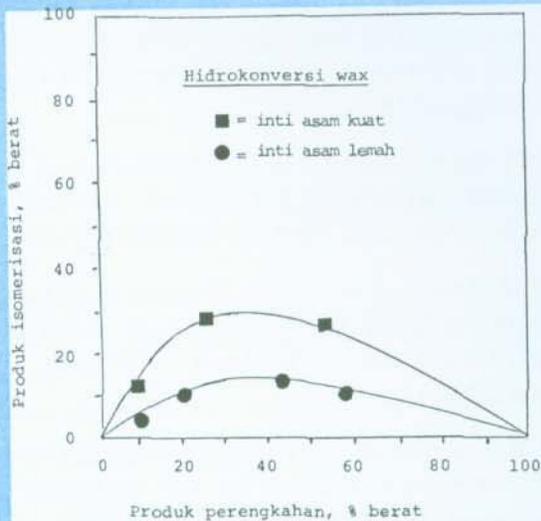
Dari hasil hidrokonversi wax dan n-heptana ini terlihat bahwa reaksi isomerisasi yang optimal akan diperoleh dengan katalis bi-fungsional yang kekuatan inti aktif asamnya yang optimal pula (7).

**B. Produk hirokarking distilat vakum Minas**

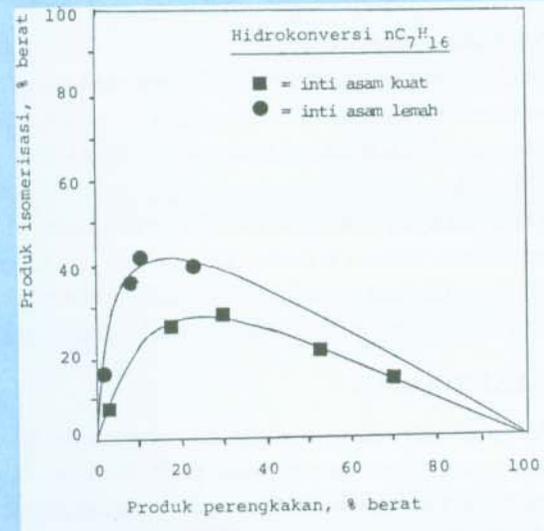
**1. Produk Kerosin**

Persentase dan titik asap produk kerosin yang dihasilkan dari hidrokraking distilat vakum Minas akan naik dengan konversi umpan. Dan katalis yang mempunyai inti asam kuat dapat menghasilkan produk kerosin yang mempunyai titik asap tinggi, tapi persentase produk kerosin dengan bantuan kedua jenis katalis tersebut adalah relatif sama pada konversi umpan ± 50 % berat (Tabel 3 dan Grafik 1).

Berdasarkan data percobaan ini, diperkirakan bahwa mutu produk kerosin



**Grafik 4**  
Pengaruh antara produk perengkahan dengan produk isomerisasi dengan dua berat jenis katalis hidrokonversi



**Grafik 5**  
Pengaruh antara produk perengkahan dengan produk isomerisasi dengan bantuan dua jenis katalis hidrokonversi yang berbeda keasamannya

yang tinggi dengan bantuan katalis berinti asam tinggi tersebut disebabkan oleh antara lain reaksi hidrogenasi hidrokarbon besar dari umpan distilat vakum tersebut (5).

## 2. Produk Solar

Katalis yang mempunyai inti asam yang kuat menghasilkan persentase produk solar yang rendah, dengan diesel indeks tinggi. Dan pada konversi umpan yang tinggi, diperoleh persentase dan mutu produk solar tinggi pula (Tabel 3 dan Grafik 2).

Naiknya indeks diesel produk solar yang dihasilkan oleh katalis berinti asam kuat, disebabkan oleh naiknya proses hidrogenasi molekul hidrokarbon aromatik dari hasil pemecahan molekul umpan (5).

Persentase produk solar rendah dari katalis berinti asam tinggi disebabkan antara lain timbulnya reaksi perengkahan lanjut dari produk solar ini menjadi produk kerosin dan nafta.

## 3. Produk Nafta

Persentase produk nafta naik bersamaan dengan naiknya konversi umpan dan kekuatan inti asam katalis.

Pengaruh konversi umpan yang tinggi dan inti asam katalis yang kuat pada komposisi hidrokarbon produk nafta sebagai berikut (Tabel 3 dan Grafik 3):

- Parafin - naik,
- Naftena - turun,
- Aromatik - relatif konstan.

Naiknya persentase produk nafta dengan konversi umpan dan inti asam katalis disebabkan antara lain terjadinya reaksi konsekutif pada proses hidrokraking tersebut (5).

Dan naiknya persentase parafin serta penurunan kadar naftena dengan konversi umpan dan inti asam katalis diperkirakan terjadinya konversi hidrokarbon naftena menjadi parafin melalui proses hidrokraking.

## IV. KESIMPULAN

- Peranan inti asam katalis bi-fungsional dan konversi umpan cukup besar pada kualitas dan kuantitas produk hidrokonversi dari distilat vakum Minas, wax dan normal heptana.

- Inti asam katalis dapat mempercepat reaksi perengkahan dan isomerisasi dan untuk mendapatkan selektivitas optimal dari produk isomerisasi diperlukan pula kekuatan inti asam katalis yang optimal pula.
- Mutu produk kerosin dan solar hidrokraking dari distilat vakum Minas naik dengan konversi umpan dan inti aktif katalis.
- Dan penelitian lanjutan masih perlu kiranya dilakukan guna mendapatkan data yang lebih proses hidrokraking distilat vakum Minas ini.

## KEPUSTAKAAN

1. A.S Nasution, 1975, Hydrocracking of vacuum distillate of Minas Waxy residue for lubricant base stock and fuel oil production, 4 th IPA, June, Jakarta.
2. A.S. Nasution, F. Kusmadji dan A. Gafar, Hydrocracking dari distilat berat Sumatran Light Waxy Residue. Diskusi ilmiah pertama PPTMGB "Lemigas" Jakarta.
3. A.S. Nasution, Hydroisomerization of Wax Sumatran Light Waxy residue for lubricating oil and fuel oil production, 2<sup>nd</sup> ASCOPE Conference and Exhibition, Oct, 7-11, Manila, Phillipines.
4. J.W. Scott and A.G. Bride, 1971, The Continuing Development of hydrocracking Original and Refining of Petroleum, American Chemical Society, Washington DC.
5. R.N. Bennet et al., 1972, Hydrocracking for middle distillate, American Chemical Society, New York Meeting, August 27-Sept 1.
6. M.H. Azizva et al., 1961, Preparation of lubricating oils by hydrotreating of paraffine distillate. Khim. Tekhnol. Toplivo I Masel, No.4, 23-05.
7. F. Breimen et al., 1957, Hydroisomerization of paraffin wax Journal of the institute of petroleum, vol 43, No.405. 207-300 Nov. •