

# Hidrogenasi Benzena Menjadi Sikloheksana dengan Memakai Katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Oleh : A.S. Nasution.

## INTISARI

Hidrokonversi adalah salah satu proses katalitik yang cukup penting dalam pengolahan minyak bumi untuk mendapatkan bahan bakar minyak dan pelumas.

Katalis Hidrokonversi adalah katalis bi-fungsional yang mengandung dua jenis inti aktif yaitu inti aktif metal dan inti aktif asam, yang mengarahkan reaksi-reaksi utama.

Untuk mempelajari tingkah laku katalis hidrokonversi ini, maka telah dilakukan satu seri penelitian katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dengan memakai reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana sebagai reaksi model.

Penelitian ini telah dilakukan dengan memvariasi kondisi operasi sebagai berikut : Temperatur dari 320°C sampai 370°C, Tekanan dari 10 sampai 60 kg/cm<sup>2</sup> dan perbandingan H<sub>2</sub>/HC : dari 4 sampai 14 mol/mol dengan bantuan alat Catatest Unit yang dapat dioperasikan secara kontinyu, di Laboratorium Konversi dan Katalisa PPPTMGB "LEMIGAS".

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan di mana :

Persamaan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana sebagai berikut :

$$r = 1,511 \cdot 10^2 e^{-23.230/RT} P_{HC}^{0,2444} P_{H_2}^{0,7054}$$

## I. PENDAHULUAN

Salah satu proses katalitik yang cukup penting dalam pengolahan minyak bumi untuk pembuatan bahan bakar dan pelumas adalah proses hidrokonversi (1).

Proses hidrokonversi ini memakai katalis padat yang mempunyai 2 (dua) jenis inti aktif, yaitu inti metal dan inti asam. Inti aktif metal dari katalis hidrokonversi ini membantu reaksi pengikatan/pelepasan hidrogen dari umpan hidrokarbon. Dan inti aktif asam katalis mempercepat reaksi isomerisasi dan perengkahan (2).

Sejalan dengan lajunya pembangunan di Indonesia, maka pemakaian proses hidrokonversi pada industri pengolahan minyak bumi telah pula turut dikembangkan, yaitu proses-proses hidrotreating hidrodessulfurisasi, dan hidrokraking.

Untuk mendapatkan data/informasi proses-proses hidrokonversi yaitu hidrogenasi, hidrotreating, hidrodessulfurisasi, hidroisomerisasi dan hidrokraking guna menunjang operasi khususnya proses hidrokraking dan kilang minyak umumnya, maka suatu penelitian pustaka dan eksperimen-eksperimen telah dilakukan.

Penelitian lanjutan yang telah dilakukan adalah satu seri, penelitian katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dengan memakai reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana sebagai reaksi model.

Kondisi operasi yang telah dilakukan pada penelitian ini telah divariasi sebagai berikut : temperatur dari 270°C sampai 370°C, tekanan : dari 10 sampai 60 kg/cm<sup>2</sup> dan perbandingan H<sub>2</sub> / HC : dari 4 sampai 14 mol/mol dengan bantuan alat Catatest Unit yang terdapat di Laboratorium Konversi dan Katalisa PPPTMGB "LEMIGAS".

Hasil penelitian dari katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, akan ditinjau dua topik berikut :

- Pengaruh kondisi operasi yaitu Temperatur, Tekanan dan Perbandingan H<sub>2</sub>/HC pada reaksi hidrogenasi benzena.
- Persamaan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana.

Dan data penelitian ini dapat bermanfaat dalam menunjang operasi kilang minyak.

## II. PERCOBAAN

Untuk memperoleh gambaran mengenai pelaksanaan percobaan dari hidrogenasi benzena ini, maka terlebih dahulu akan diuraikan 4 topik berikut :

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

### A. Bahan-bahan

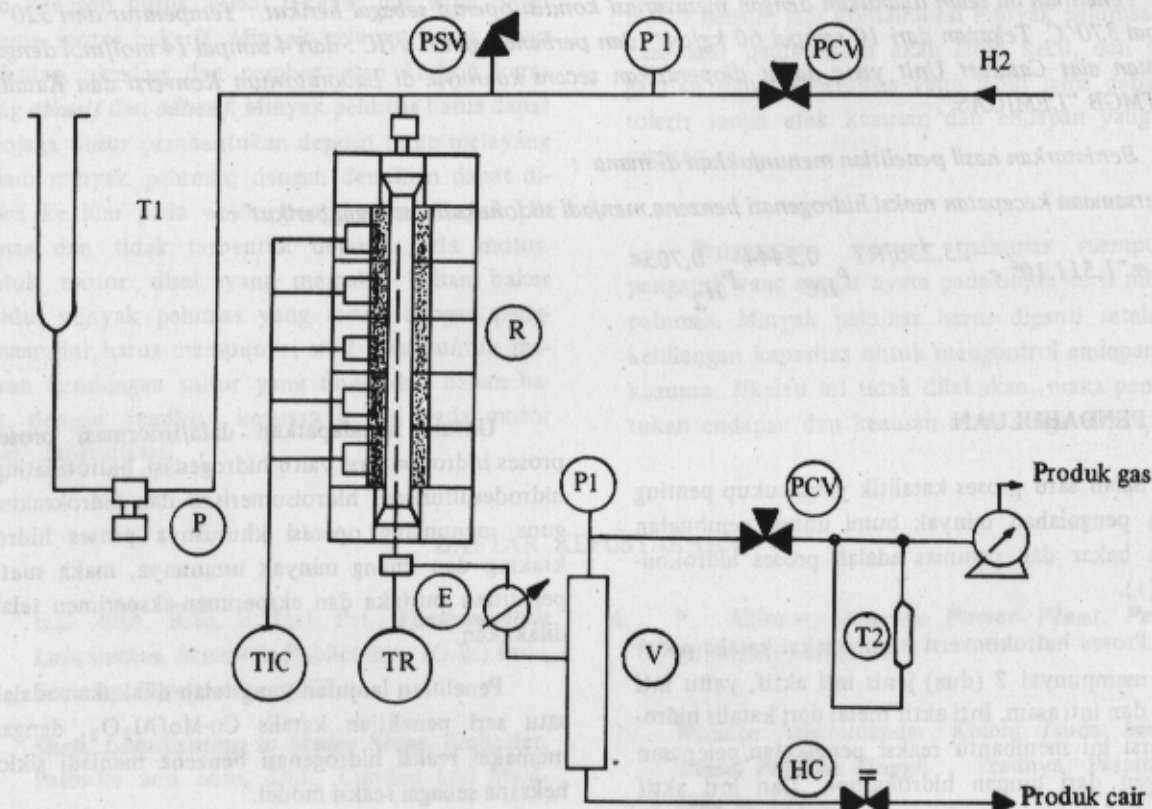
Benzena dengan kemurnian 99,5 % mol yang dikeringkan lebih dahulu dengan *molekular sieve*, telah dipakai sebagai umpan pada percobaan ini.

Inti aktif metal katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, diaktifasi dalam bentuk inti aktif metal sulfida dengan dimetil disulfida yang dicampur ke dalam umpan benzena sebanyak ± 0,4 % berat terhadap benzena.

Gas hidrogen yang telah dipakai pada percobaan ini diperoleh dari hasil elektrolisa air. Gas oksigen yang terkandung di dalam gas H<sub>2</sub> tersebut dihilangkan dalam bentuk molekul H<sub>2</sub>O dengan bantuan katalis Deoxo (yaitu  $O_2 + 2H_2 \xrightarrow{Deoxo} 2H_2O$ ). Dan uap H<sub>2</sub>O yang terbentuk dihilangkan dengan melewatkan gas H<sub>2</sub> tersebut pada molekular sieve.

### B. Peralatan

Skema alat Catatest Unit yang telah digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1.



E	- Kondenser
FT	- Gas meter
HC	- Kran
P	- Pompa umpan
PCV	- Regulator tekanan
PI	- Manometer
PSV	- Keran keselamatan

R	- Reaktor
T1	- Buret umpan
T2	- Ampul gas
TIC	- Regulator temperatur
TR	- Rekorder temperatur
V	- Separator

Gambar 1. Skema Alat Catatest Unit PPPTMGB "LEMIGAS"

Volume dan diameter dalam reaktor adalah masing-masing 200 ml dan 19 mm. Temperatur reaktor dapat diregulasi secara otomatis dan dicatat pada rekorder.

Alat Catatest Unit ini dapat bekerja secara kontinyu dan dioperasikan tanpa sirkulasi gas.

### C. Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Setelah reaktor diisi dengan katalis, maka reaktor dipasang pada unit, kemudian dialirkan gas H<sub>2</sub> ke unit tersebut dengan tekanan dan perbandingan gas H<sub>2</sub>/HC operasi yang diinginkan.
- Temperatur reaktor dinaikkan perlahan-lahan sampai 150°C, lalu umpan dipompakan ke dalam reaktor.
- Kemudian temperatur dinaikkan sampai temperatur operasi dengan kecepatan ± 10°C per menit.
- Setelah dicapai kondisi operasi, maka contoh produk cair diambil setiap 1 jam sekali.
- Setiap percobaan dicatat; berat umpan, berat produk cair dan volume produk gas.
- Contoh produk gas dan cair tersebut akan dianalisa lebih lanjut.

### D. Analisa Hasil Reaksi

Produk gas dan cair dianalisa komposisinya dengan bantuan alat Gas Chromatografi.

Berdasarkan hasil analisa dari kedua jenis produk tersebut diperoleh hasil sebagai berikut :

- Produk gas hanya terdiri dari gas hidrogen saja.
- Produk cair mengandung 2 jenis molekul hidrokarbon saja, yaitu benzena dan sikloheksana.

Sehubungan dengan data analisa kedua jenis produk tersebut, maka produk gas tidak lagi dianalisa komposisinya dan penentuan komposisi produk cair dilakukan dengan bantuan alat Refraktometer.

## III. HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN

Hasil percobaan akan ditinjau dari 2 (dua) topik berikut :

- Pengaruh kondisi operasi pada kecepatan reaksi hidrogenasi benzena.

Persamaan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena.

### A. Pengaruh kondisi operasi pada kecepatan reaksi hidrogenasi benzena.

#### 1. Pengaruh Temperatur

Hasil penelitian dari pengaruh temperatur pada kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana ditunjukkan pada Tabel 1.\*

**Tabel 1.**  
Pengaruh temperatur operasi terhadap kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>

Temperatur °C	Refractive Indeks n <sub>D</sub> 20	Konversi X = % mol/mol	Kecepatan reaksi r x 10 <sup>5</sup> . mol/jam gr katalis
320	1,4920	0,50	5,60
330	1,4918	0,70	7,84
340	1,4915	1,00	11,20
350	1,4913	1,25	14,00
360	1,4907	1,70	19,04
370	1,4902	2,40	26,88

- \* Kecepatan umpan mol/jam gr katalis = 0,0112
- Tekanan kg/cm<sup>2</sup> = 30,0
- Perbandingan gas H<sub>2</sub>/HC mol/mol = 8,0
- Temperatur °C = variabel

Harga energi aktivasi reaksi hidrogenasi benzena (E) dapat ditentukan dengan bantuan persamaan Arrhenius berikut.

$$k = A.e^{-E/RT}$$

atau

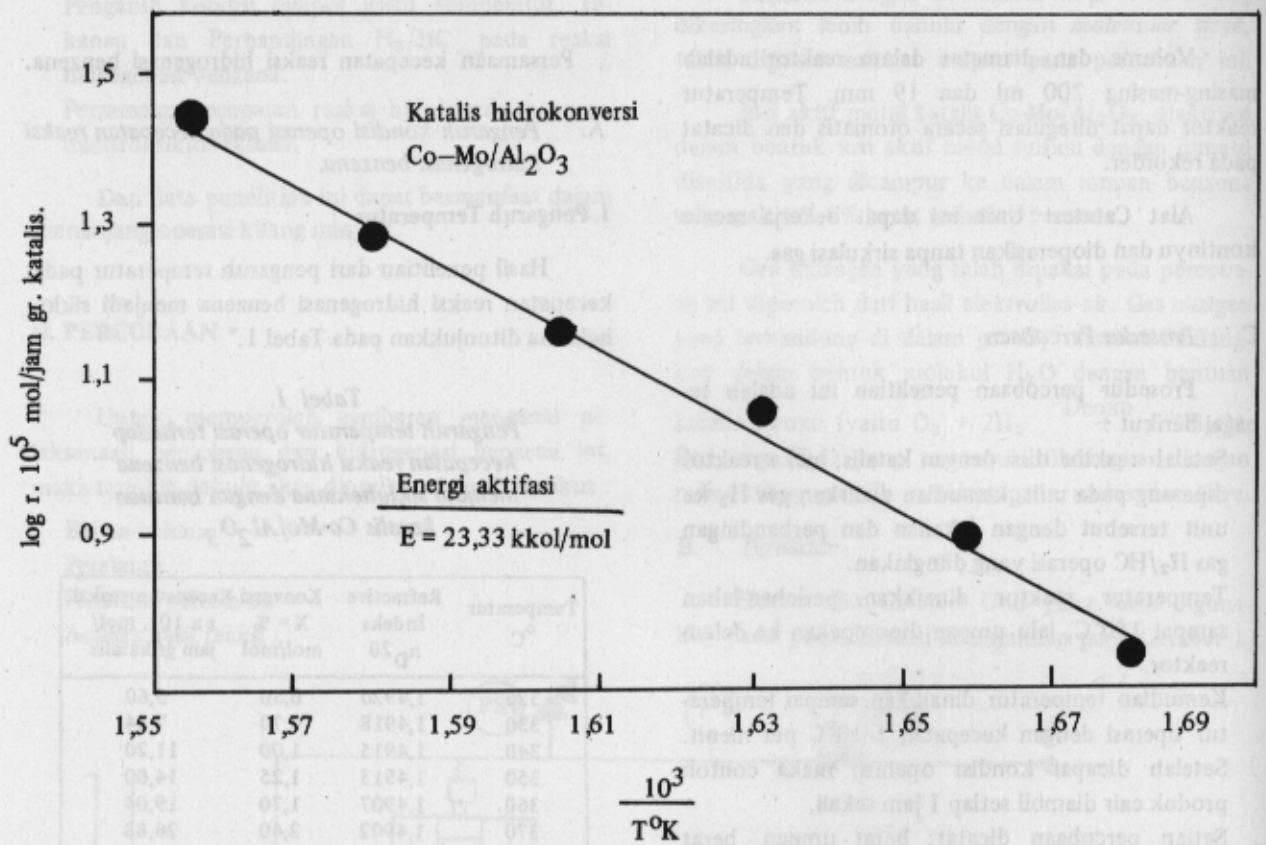
$$\log k = - \left( \frac{E}{2,303 R} \right) \frac{1}{T} + 2,303 \log A$$

Jadi harga E = -2,303 R. tg γ, di mana besarnya harga tg γ adalah sama dengan tangens garis lurus log k = f (1/T).

Sehubungan dengan kecepatan reaksi mula-mula hidrogenasi benzena (r<sub>0</sub>) sebanding dengan konstanta kecepatan reaksi, maka garis log k - f (1/T) dapat diganti dengan log r<sub>0</sub> = f (1/T), yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Berdasarkan data pada Tabel 1 dan Gambar 2, menunjukkan di mana :





Gambar 2.

**Kurva persamaan Arrhenius untuk reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>**

Kenaikan temperatur operasi 50°C akan menaikkan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana (r) sebagai berikut :

Naik dari  $r = 5,60 \cdot 10^{-5}$  menjadi  $26,88 \cdot 10^{-5}$  mol/jam gr. katalis.

Harga energi aktivasi reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana yang dihasilkan adalah 23,23 kkal/mol.

Naiknya kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan temperatur operasi yang tinggi disebabkan oleh antara lain naiknya derajat tumbukan antara molekul umpan tersebut (3).

Hasil penelitian energi aktivasi reaksi ini ditunjukkan pula oleh data terdahulu (4).

## 2. Pengaruh Tekanan

Pada Tabel 2 ditunjukkan hasil penelitian pengaruh tekanan total pada kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana.

Tabel 2.

**Pengaruh tekanan operasi terhadap kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*)**

No.	Tekanan kg/cm <sup>2</sup>	Refractive Index n <sub>D</sub> 20	Kondisi X = % mol/mol	Kecepatan reaksi r. 10 <sup>5</sup> mol/jam gr. katalis
1	60	1,4895	3,25	36,40
2	50	1,4899	2,80	31,36
3	40	,905	2,10	23,52
4	30	1,000	1,70	19,04
5	20	1,4714	1,10	12,32
6	10	1,4919	0,60	6,72

\*) Kecepatan umpan mol/jam gr katalis = 0,0112  
Temperatur °C = 360  
Perbandingan gas H<sub>2</sub>/HC mol/mol = 8  
Tekanan kg/cm<sup>2</sup> = variabel

Persamaan kecepatan reaksi mula-mula untuk reaksi hidrogenasi dapat ditulis sebagai berikut (5).

$$r_0 = k P_{HC}^{\alpha} P_{H_2}^{\beta}$$

di mana :  $\alpha$  dan  $\beta$  adalah masing-masing order reaksi parsial terhadap benzena dan hidrogen.

Jika perbandingan antara gas hidrogen ( $H_2$ ) dan benzena (HC) dibuat konstan, yaitu  $n = H_2/HC = \text{konstan}$ , maka tekanan parsial benzena ( $P_{HC}$ ) dan hidrogen ( $P_{H_2}$ ) dapat dinyatakan dalam tekanan total ( $P_T$ ) sebagai berikut :

$$P_{HC} = \left(\frac{1}{n+1}\right)^{\alpha} P_T^{\alpha}$$

$$P_{H_2} = \left(\frac{1}{n+1}\right)^{\beta} P_T^{\beta}$$

Jadi kecepatan reaksi dapat ditulis menjadi

$$r = k \left(\frac{1}{n+1}\right)^{\alpha} \left(\frac{1}{n+1}\right)^{\beta} P_T^{\alpha} P_T^{\beta}$$

$$r = k_1 P_T^{\alpha+\beta}$$

$$\text{atau } \log r = (\alpha + \beta) \log P_T + \log k_1$$

$$\text{dimana } k_1 = k \left(\frac{1}{n+1}\right)^{\alpha} \left(\frac{n}{n+1}\right)^{\beta} = \text{konstant}$$

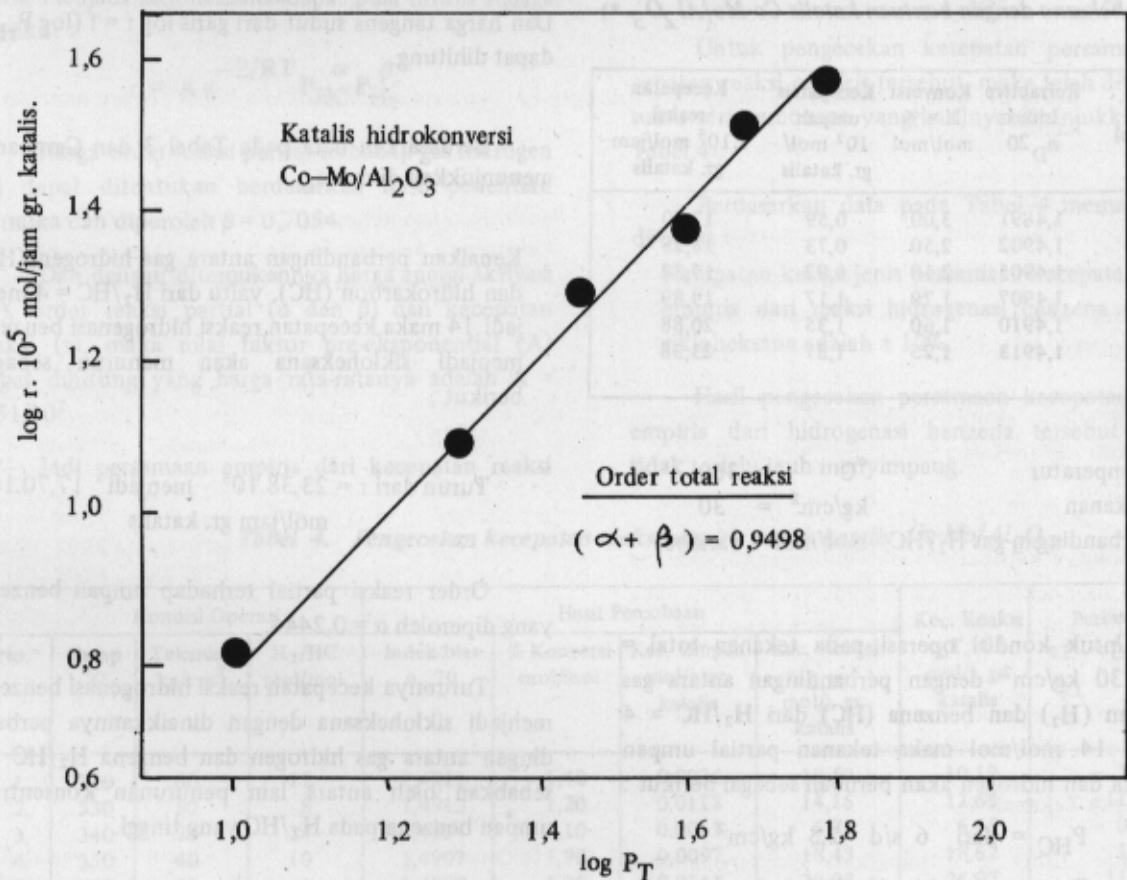
Dan harga order total reaksi ( $\alpha + \beta$ ) dari hidrogenasi benzena adalah sebesar nilai tangens sudut ( $\text{tg } \gamma$ ) dari garis  $\log r = f(\log P_T)$ .

Pada Gambar 3 ditunjukkan kurva hubungan antara logaritma kecepatan reaksi ( $\log r$ ) dan logaritma tekanan total ( $\log P_T$ ) dari reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana yang merupakan satu garis lurus.

Berdasarkan data pada Tabel 2 dan Gambar 3 menunjukkan di mana

Kenaikan tekanan operasi = 50 kg/cm<sup>2</sup> akan menaikkan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana ( $r$ ) sebagai berikut :

Naik dari  $r = 6,72 \cdot 10^{-5}$  menjadi  $36,40 \cdot 10^{-5}$  mol/jam gr. katalis.



Gambar 3.

Hubungan antara logaritma kecepatan reaksi ( $\log r$ ) dan logaritma tekanan total ( $\log P_T$ ) untuk reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis  $Co-Mo/Al_2O_3$

Harga order reaksi total ( $\alpha + \beta$ ) dari hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana yang diperoleh ( $\alpha + \beta$ ) = 0,9498.

Kecepatan reaksi hidrogenasi benzena sikloheksana naik dengan tekanan operasi disebabkan oleh antara lain naiknya tumbukan antara umpan yang berpengaruh positif pada jenis reaksi penggabungan (6).

Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan data terdahulu (3).

### 3. Pengaruh Perbandingan H<sub>2</sub>/HC

Hasil penelitian dari pengaruh perbandingan antara gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan benzena (HC) pada kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3.

*Pengaruh perbandingan gas H<sub>2</sub>/HC terhadap kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis Co-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>\*)*

H <sub>2</sub> /HC mol/mol	Refractive Index n <sub>D</sub> 20	Konversi X = % mol/mol	Kecepatan umpan 10 <sup>2</sup> mol/gr. katalis	Kecepatan reaksi r.10 <sup>5</sup> mol/jam. gr. katalis
14	1,4891	3,00	0,59	17,70
12	1,4902	2,50	0,73	18,25
10	1,4905	2,10	0,92	19,32
8	1,4907	1,70	1,17	19,89
6	1,4910	1,60	1,35	20,88
4	1,4913	1,25	1,87	23,38

\*) Temperatur °C = 360  
Tekanan kg/cm<sup>2</sup> = 30  
Perbandingan gas H<sub>2</sub>/HC mol/mol = variabel

Untuk kondisi operasi pada tekanan total = P<sub>T</sub> = 30 kg/cm<sup>2</sup> dengan perbandingan antara gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan benzena (HC) dari H<sub>2</sub>/HC = 4 sampai 14 mol/mol maka tekanan partial umpan benzena dan hidrogen akan berubah sebagai berikut :

$$P_{HC} = \text{dari } 6 \text{ s/d } 2,3 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_{H_2} = \text{dari } 24 \text{ s/d } 27,7 \text{ kg/cm}^2$$

Mengingat variasi tekanan partial hidrogen

(P<sub>H<sub>2</sub></sub>) pada perubahan H<sub>2</sub>/HC dari 4 menjadi 14 adalah relatif kecil yaitu maksimal ± 15,4% dibanding variasi tekanan parsial benzena (P<sub>HC</sub>) yaitu maksimal 160%. Jadi tekanan partial hidrogen (P<sub>H<sub>2</sub></sub>) tidak banyak berubah atau P<sub>H<sub>2</sub></sub> adalah relatif konstant, sehingga persamaan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena tersebut dapat ditulis menjadi :

$$r = k_2 P_{HC}^\alpha$$

$$\text{atau } \log r = \alpha \log P_{HC} + \log k_2$$

$$\text{di mana } k_2 = k P_{H_2}^\beta = \text{konstant}$$

Order partial reaksi terhadap benzena ( $\alpha$ ) adalah harga tangens sudut (tg  $\gamma$ ) dari garis lurus log r = f (log P<sub>HC</sub>) tersebut.

Kurva hubungan antara logaritma kecepatan reaksi (log r) dan logaritma tekanan parsial benzena (P<sub>HC</sub>) pada Gambar 4 adalah suatu garis lurus, maka anggapan tekanan partial hidrogen mendekati konstan (P<sub>H<sub>2</sub></sub> konstant) berlaku pada kondisi percobaan ini. Dan harga tangens sudut dari garis log r = f (log P<sub>HC</sub>) dapat dihitung.

Berdasarkan data pada Tabel 3 dan Gambar 4 menunjukkan di mana :

Kenaikan perbandingan antara gas hidrogen (H<sub>2</sub>) dan hidrokarbon (HC), yaitu dari H<sub>2</sub>/HC = 4 menjadi 14 maka kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana akan menurun sebagai berikut :

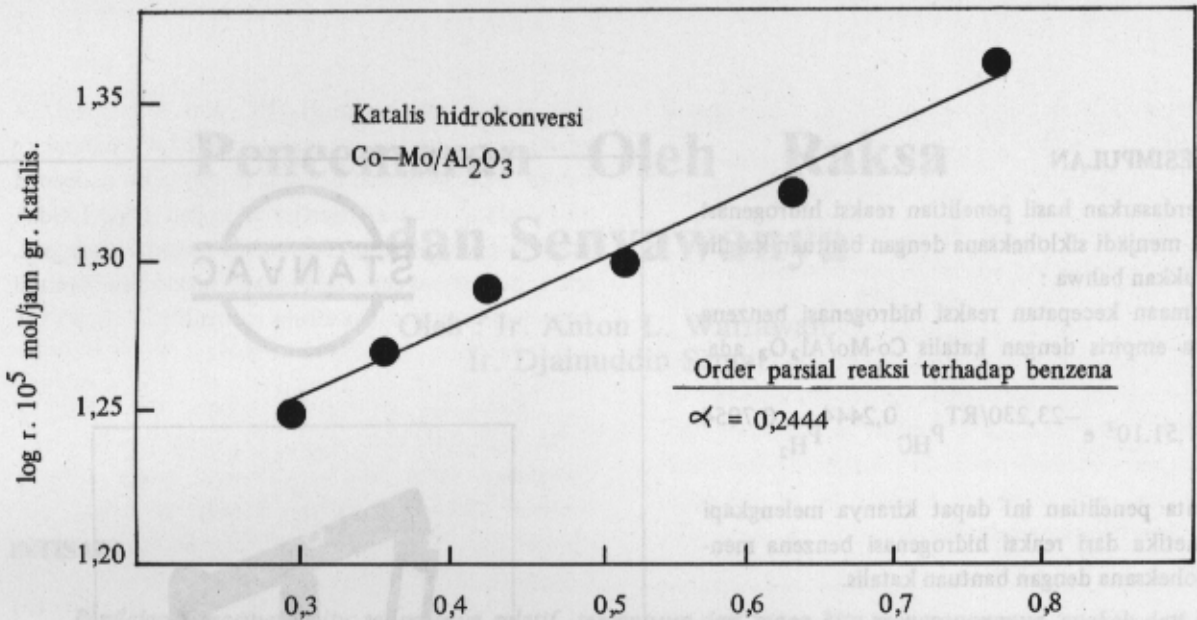
Turun dari r = 23,38.10<sup>5</sup> menjadi 17,70.10<sup>5</sup> mol/jam gr. katalis

Order reaksi partial terhadap umpan benzena yang diperoleh  $\alpha = 0,2444$ .

Turunnya kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan dinaikkannya perbandingan antara gas hidrogen dan benzena H<sub>2</sub>/HC disebabkan oleh antara lain penurunan konsentrasi umpan benzena pada H<sub>2</sub>/HC yang tinggi.

Data penelitian ini ditunjang pula oleh hasil penelitian terdahulu (3).





Gambar 4. Hubungan antara logaritma kecepatan reaksi ( $\log r$ ) dan logaritma tekanan parsial ( $\log P_{HC}$ ) untuk reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana bantuan katalis  $Co-Mo/Al_2O_3$

B. Persamaan Kecepatan Reaksi Hidrogenasi Benzena.

Persamaan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dapat pula ditulis sebagai berikut :

$$r = A e^{-E/RT} P_{HC}^{\alpha} P_{H_2}^{\beta}$$

Harga order reaksi partial terhadap gas hidrogen ( $\beta$ ) dapat ditentukan berdasarkan hasil penelitian di muka dan diperoleh  $\beta = 0,7054$ .

Dan dengan ditemukannya harga energi aktivasi ( $E$ ), order reaksi partial ( $\alpha$  dan  $\beta$ ) dan kecepatan reaksi ( $r$ ), maka nilai faktor pre-eksponential ( $A$ ) dapat dihitung yang harga rata-ratanya adalah  $A = 1,51.10^2$

Jadi persamaan empiris dari kecepatan reaksi

hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana diperoleh sebagai berikut :

$$r = 1,51.10^2 e^{-23.230/RT} P_{HC}^{0,2444} P_{H_2}^{0,7054}$$

Untuk pengecekan ketepatan persamaan kecepatan reaksi empiris tersebut, maka telah dilakukan suatu seri percobaan yang hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Berdasarkan data pada Tabel 4 menunjukkan di mana :

Ketepatan ketiga jenis persamaan kecepatan reaksi empiris dari reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana adalah  $\pm 12\%$ .

Hasil pengecekan persamaan kecepatan reaksi empiris dari hidrogenasi benzena tersebut adalah tidak terlalu jauh menyimpang.

Tabel 4. Pengecekan kecepatan reaksi empiris untuk katalis  $Co-Mo/Al_2O_3$

Kondisi Operasi				Hasil Percobaan				Kec. Reaksi $r_0 T.10^5$ mol/j. gr. katalis	Perbedaan $\frac{r_0 T - r_0 E}{r_0 T} \times 100\%$
No.	Temp °C	Tekanan kg/cm <sup>2</sup>	H <sub>2</sub> /HC mol/mol	Indek bias $n_{D20}$	% Konversi mol/mol	Kec. Umpan mol/j. gr. katalis	Kec. Reaksi $r_0 E.10^5$ mol/j. gr. katalis		
1.	320	60	12	1,4911	1,40	0,0075	10,50	10,19	- 3,04
2.	330	50	8	1,4913	1,20	0,0118	14,16	12,66	-11,84
3.	340	20	14	1,4914	1,10	0,0061	6,71	6,65	- 0,90
4.	350	40	10	1,4907	1,90	0,0097	18,43	18,62	1,02
5.	360	30	6	1,4909	1,70	0,0141	23,97	26,97	11,12
6.	370	10	4	1,4919	0,60	0,0171	10,26	9,83	- 4,37

Diketahui :  $E = 23,230$  kal/mol;  $A = 1506,75$ ;  $\alpha = 0,2444$ ;  $\beta = 0,7054$ .

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis menunjukkan bahwa :

Persamaan kecepatan reaksi hidrogenasi benzena secara empiris dengan katalis  $\text{Co-Mo/Al}_2\text{O}_3$  adalah :

$$r = 1,51 \cdot 10^2 e^{-23,230/RT} P_{\text{PHC}}^{0,2444} P_{\text{H}_2}^{0,7054}$$

Data penelitian ini dapat kiranya melengkapi data kinetika dari reaksi hidrogenasi benzena menjadi sikloheksana dengan bantuan katalis.

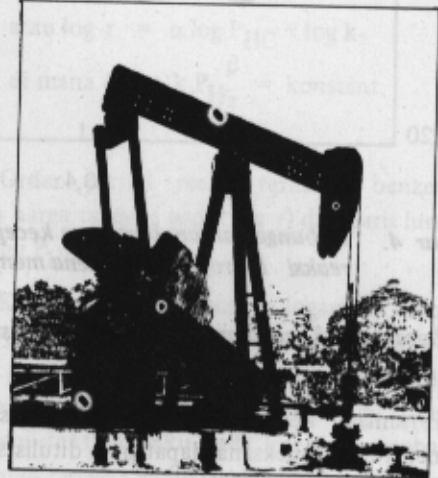
Untuk memperoleh data yang lebih tepat tentang persamaan kecepatan reaksi empiris dari reaksi hidrogenasi benzena masih diperlukan penelitian reaksi hidrogenasi ini dengan katalis hidrokonversi lainnya.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. G.B. Hobson. **Modern Petroleum Technology**, Applied Science Publisher Ltd., Pipple Road, Barking, Essex, England.
2. P. Wuithier. **Raffinage et Genie Chimique, Tome I**, Edition Technip, 7 Rue Nellation, Paris 15<sup>e</sup> (1965).
3. Germain, J.E. **Catalytic Conversion of Hydrocarbons**, Academic Press, London (1969).
4. Paul H. Emmet. **Vatalysis, Vol 1**, Rheinhold Publishing Corp., New York, USA (1954).

5. Germain, J.E. et all. **J. Chim. Phys.** 6<sup>a</sup>, 1219 (1963).

No.	Temp. °C	Tekanan kg/cm <sup>2</sup>	H <sub>2</sub> /HC mol/mol	Indek bias	K Konvert. mol/mol	Kondisi Operasi	
						Kat. Katalis	Kat. Katalis
1	320	60	12	1,4911	1,40	0,0075	10,70
2	320	30	8	1,4913	1,20	0,0118	14,16
3	340	30	12	1,4914	1,10	0,0081	6,71
4	350	40	10	1,4907	1,90	0,0097	18,43
5	350	30	6	1,4909	1,70	0,0141	28,97
6	370	10	4	1,4919	0,60	0,0171	10,26



#### DAERAH KERJA

- SUMATERA SELATAN
- RIAU
- JAMBI

KANTOR PUSAT GEDUNG RATU PLAZA TINGKAT 8-11, JAKARTA  
 TELP.: 737333