

# MATERI PERTEMUAN 11

MATA KULIAH: TEKNIK REAKSI KIMIA II

Prof. Ir. HERLIATI, M.T, Ph.D

# Apa yang akan dipelajari hari ini?

- ❖ RATB SERI DAN PARALEL
- ❖ TUGAS

# MENGAPA MULTI RATB?

## Susunan

- Paralel: untuk memperbesar kapasitas
- Seri: Untuk memperoleh konversi yang tinggi

## Formula umum RATB

$$V = \frac{F_{Ao} X}{-r_A} \quad (1)$$

Dimana:

$$F_{Ao} = C_{Ao} \cdot v_0; \frac{V}{v_0} = \tau$$
$$X = C_{Ao} (1 - C_A) = \frac{C_{Ao} - C_A}{C_{Ao}} \quad (2)$$

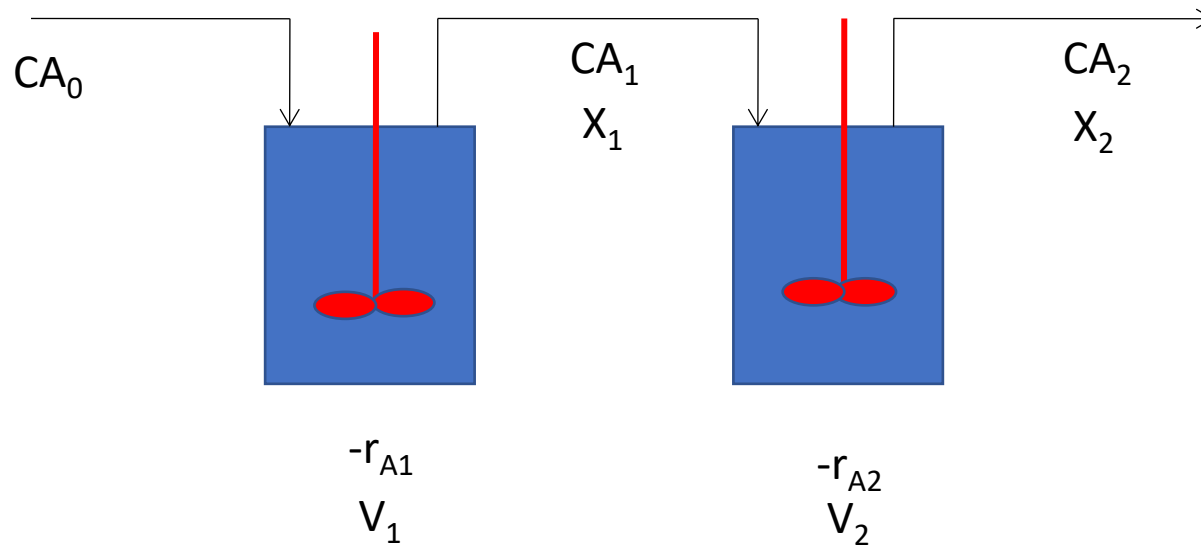
- Untuk orde 1

$$V = \frac{v_o X}{k(1 - X)}$$

- Untuk orde 2

$$V = \frac{v_o X}{kC_{A0}(1 - X)^2}$$

## RATB DISUSUN SERI



- Perhatikan Gambar! Untuk reaktor seri di atas

$$C_{A1} = \frac{C_{A0}}{1 + \tau_1 k_1}$$

$$C_{A2} = \frac{C_{A1}}{1 + \tau_2 k_2} \text{ substitusi } C_{A1}$$

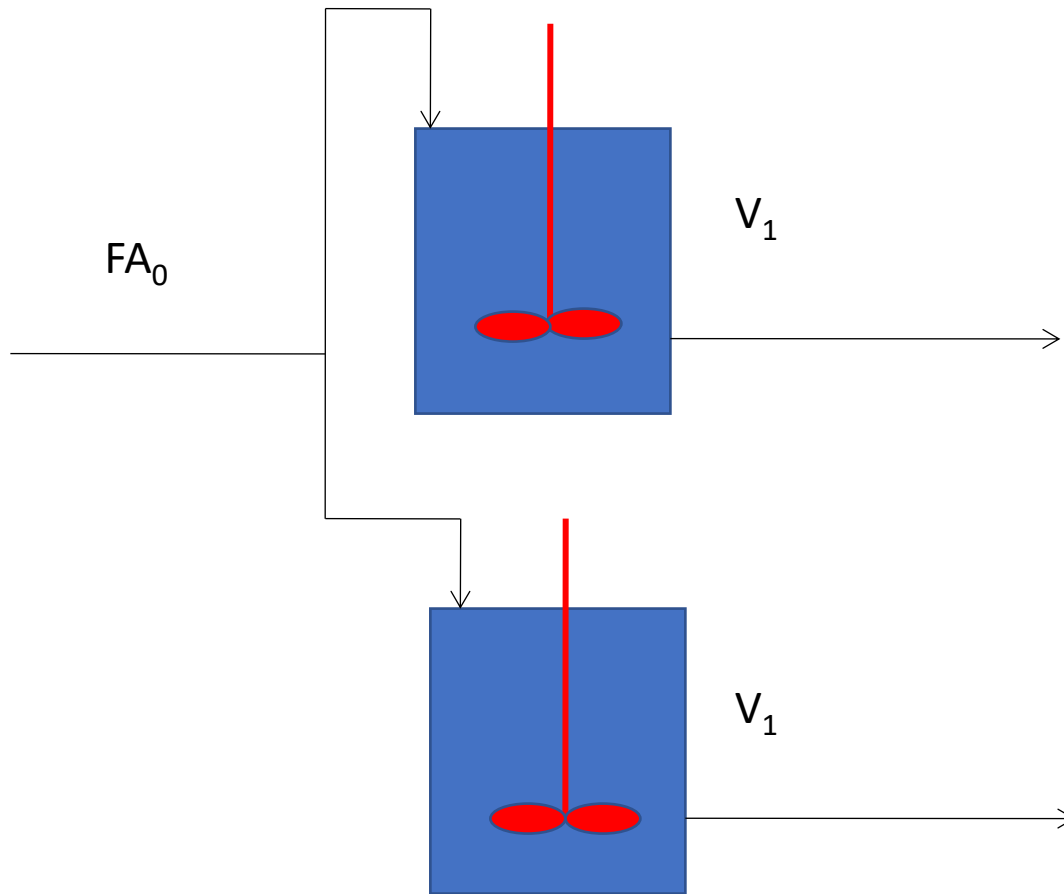
$$C_{A2} = \frac{C_{A0}}{(1 + \tau_1 k_1)(1 + \tau_2 k_2)}$$

Untuk n reaktor dengan ukuran yang sama yang dihubungkan secara seri :  
( $\tau_1 = \tau_2 = \tau_n = \tau$ ), maka

$$C_{An} = \frac{C_{A0}}{(1 + \tau k)^n} \quad \text{konversi untuk n reaktor secara seri adalah}$$

$$X = 1 - \frac{1}{(1 + \tau k)^n}$$

## RATB DISUSUN PARALEL



$$V_i = \frac{V}{n} \text{ dan}$$

$$F_{A0i} = \frac{F_{A0}}{n}$$

$$V = \frac{F_{A0} X}{-r_A}$$



## CONTOH SOAL

- Ingin dihasilkan 200 juta kg per tahun Etilen Glikol. Reaktor beroperasi isothermal. Konsentrasi umpan reaktor adalah  $1 \text{ kmol/m}^3$ . Etilen oksida diumpankan bersama dengan air yang mengandung 0.9 wt % asam sulfat dengan volume yang sama. Jika dirancang untuk konversi 80 % terhadap etilen oksida.
  - a. Berapa umpan etilen oksida mula2 (FAo)
  - b. Tentukan volume total reaktor yang diperlukan jika terdapat 20 % ruang kosong.
  - c. Berapa reaktor ( $50 \text{ m}^3$ ) yang diperlukan jika disusun paralel serta hitung kembali konversi yang dicapai
  - d. berapa konversi yang dicapai jika reaktor disusun seri.
  - e. Berapa tinggi dan diameter masing-masing reaktor jika rasio tinggi terhadap diameter adalah 2:1
- $k = 0.311 \text{ /men; } 1 \text{ tahun} = 365 \text{ hari}$
- Reaction:  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$

## Penyelesaian:

- Menentukan laju produksi (kmol/menit)

$$F_{EG} = 2 \times 10^8 \frac{\text{kg}}{\text{th}} \times \frac{1 \text{ tahun}}{365 \text{ hari}} \times \frac{1 \text{ hari}}{24 \text{ jam}} \times \frac{1 \text{ jam}}{60 \text{ menit}} \times \frac{1 \text{ kmol}}{62 \text{ kg}} = 6,137 \text{ kmol/menit}$$

Dari stoikiometri reaksi:

$$F_{EG} = F_{EO} \text{ bereaksi}$$

$$F_{EO \text{ mula2}} = F_{A0} = F_{A0} \text{ bereaksi/Konversi}$$

Maka diperoleh laju etilen oksida umpan,  $F_{A0}$

$$F_{A0} = \frac{6,137}{0,8} = 7,67 \text{ kmol/menit}$$

- **Menentukan Volume reaktor**

Persamaan desain RATB:

$$V = \frac{F_{A0}X}{-r_A}$$

Persamaan laju reaksi orde 1

$$-r_A = kC_A$$

Stoikiometri; untuk fase cair dimana ( $v = v_0$ )

$$C_A = C_{A0}(1-X)$$

Kombinasi ketiga persamaan di atas:

$$V = \frac{F_{A0}X}{kC_{A0}(1-X)} = \frac{v_0X}{k(1-X)}$$

- Volumetrik flow rate stream A (etilen oksida), sebelum mixing dengan stream B (Air).



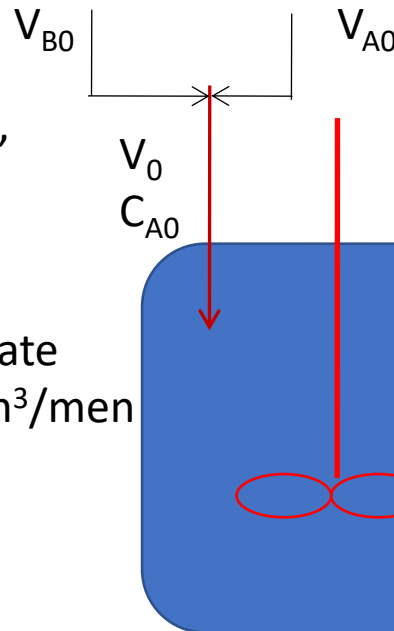
$$V_{A0} = \frac{F_{A0}}{C_{A0}} = \frac{7,67 \text{ kmol/menit}}{1 \text{ kmol/m}^3} = 7,67 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}}$$

Dari informasi soal,

$$v_{B0} = v_{A0}$$

Total volumetrik flow rate

$$v_0 = v_{B0} + v_{A0} = 15,34 \text{ m}^3/\text{men}$$



$$\text{Volume liquid} = V = \frac{(15,35)(0,8)}{(0,311)(1-0,8)} = 197,3 \text{ m}^3$$

$$\text{Volume Reaktor} = 246,625 \text{ m}^3$$

- Untuk RATB yang disusun paralel dimana digunakan reaktor 50 m<sup>3</sup>. maka akan digunakan 5 buah reaktor.  
Volume masing-masing reaktan= 7,67 m<sup>3</sup>/men.  
Menghitung ulang konversi yang dicapai:

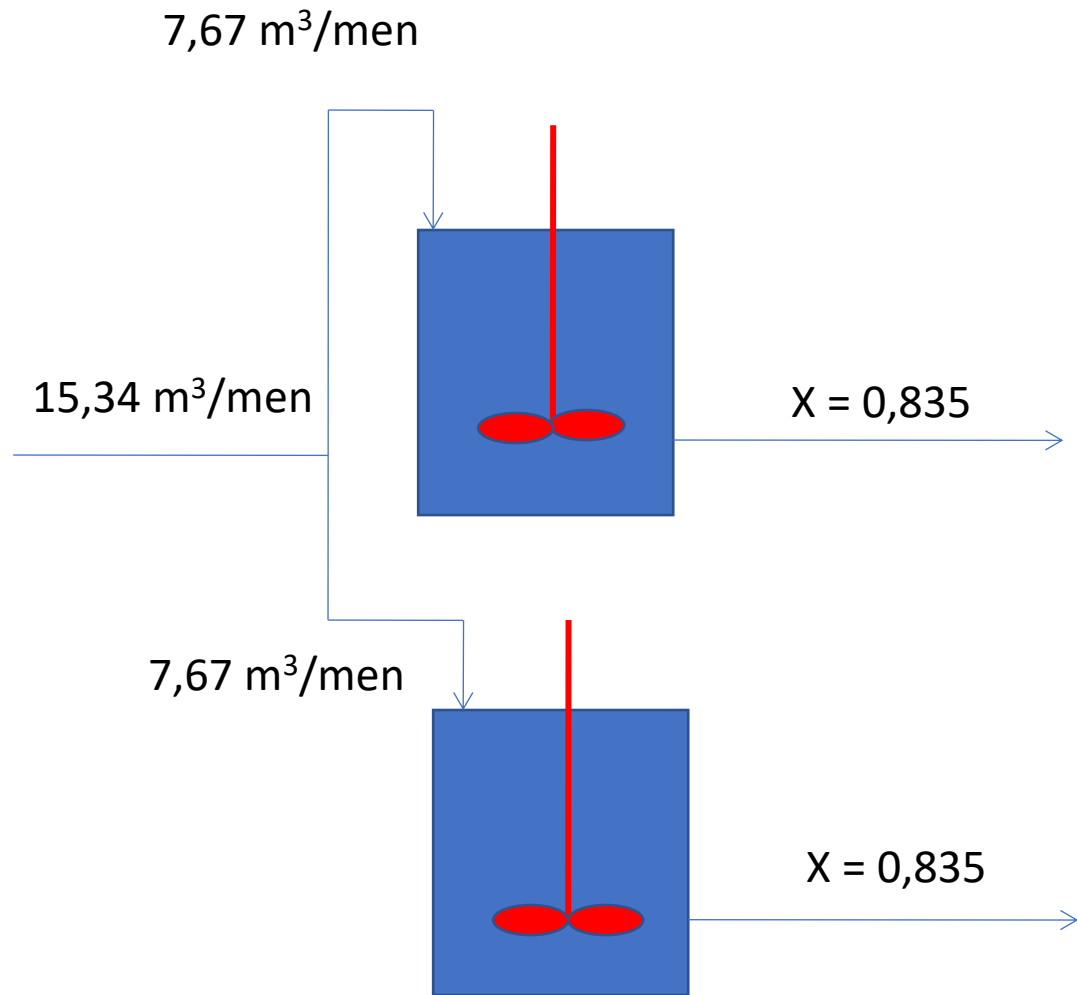
$$X = \frac{\tau k}{1 + \tau k}$$

dimana

$$\tau = \frac{V}{v_0/5} = \frac{50 \text{ m}^3}{7,67 \text{ m}^3/\text{menit}} = 16,297 \text{ menit}$$

$$Da = \tau k = 16,297 \times 0,311 = 5,068 ; \text{ maka}$$

$$X = \frac{5,068}{1 + 5,068} = 0,835$$



- Untuk RATB yang disusun seri: konversi yang dicapai di reaktor pertama:

$$X_1 = \frac{\tau_1 k}{1 + \tau_1 k}$$

dimana

$$\tau = \frac{V}{v_{01}} = \frac{50 \text{ m}^3}{15,34 \text{ m}^3/\text{menit}} = 3,259 \text{ menit}$$

$$Da = \tau k = 3,259 \times 0,311 = 1,0137 ; \text{ maka}$$

$$X = \frac{1,0137}{1 + 1,0137} = 0,503$$

- Konversi yang dicapai di reaktor ke-5:

$$X = 1 - \frac{1}{(1 + \tau k)^n}$$

dimana  $n = 5$

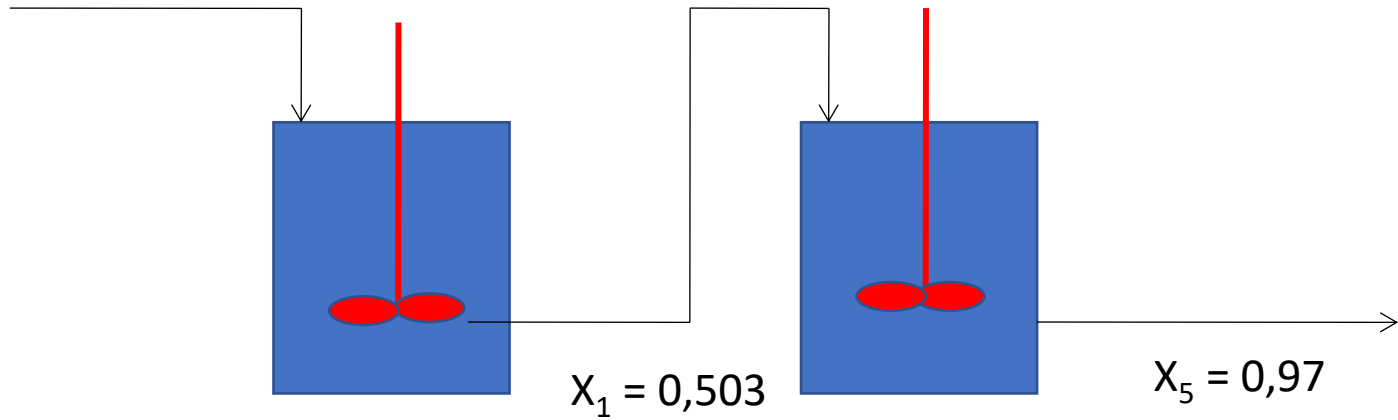
$$\tau_1 = \tau$$

maka

$$X = 1 - \frac{1}{(1 + 1,0137)^5} = 0,97$$



$$v_0 = 15,34 \text{ m}^3/\text{men}$$



# DISKUSI:

Menurut Anda :

Mengapa jika digunakan Seri dapat diperoleh konversi yang lebih tinggi

Mengapa jika digunakan Paralel dapat memperbesar kapasitas

THANK YOU