

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:

$$F_{Ao} = C_{A0} \cdot v_0; \frac{V}{v_0} = \tau$$

$$X = C_{A0} (1 - C_A) = \frac{C_{A0} - C_A}{C_{A0}} \quad (2)$$

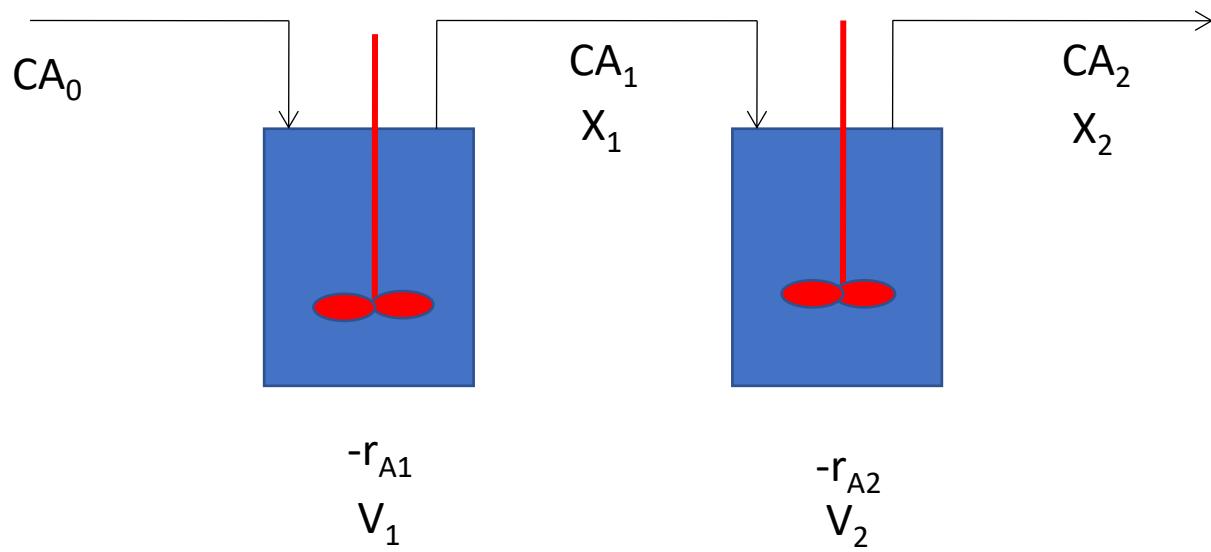
- Untuk orde 1

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

- Untuk orde 2

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

RATB DISUSUN SERI



- Perhatikan Gambar! Untuk reaktor seri di atas

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

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

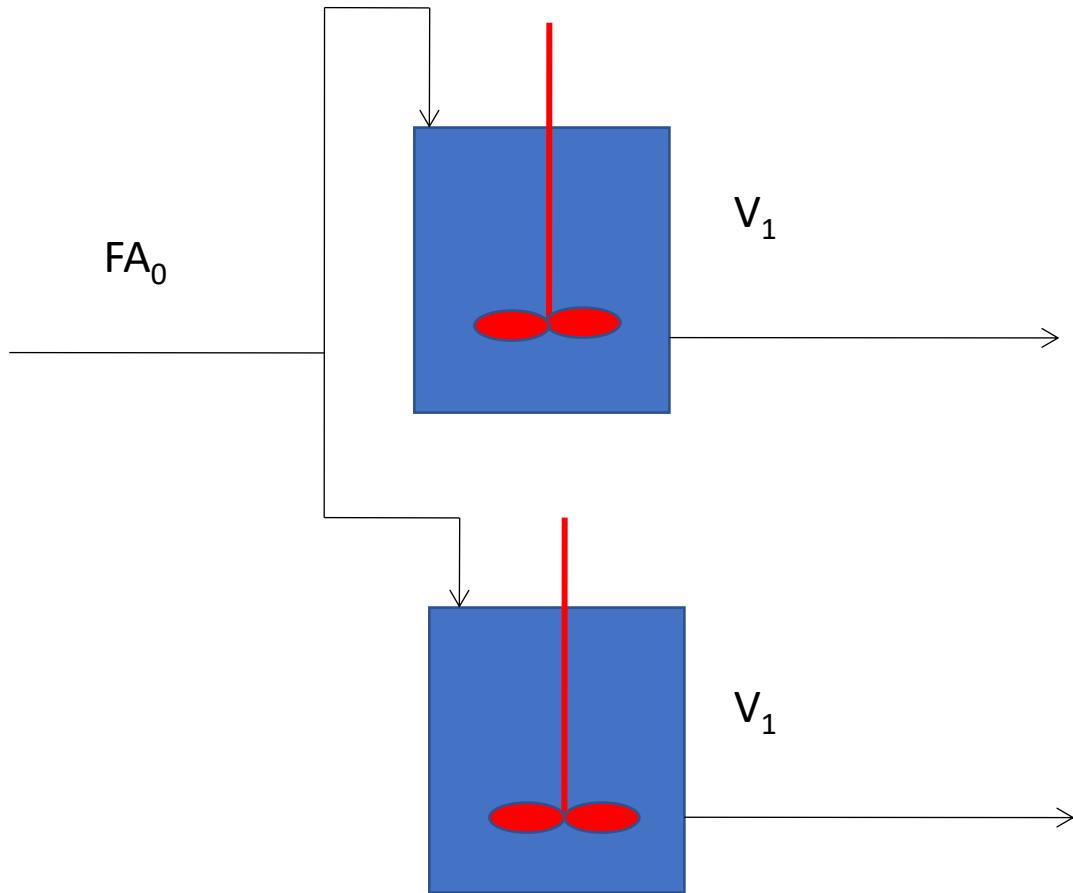
$$C_{A2} = \frac{C_{A0}}{(1 + \tau_1 k_1)(1 + \tau_2 k_2)}$$

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 kmol/m^3 . Etilen oksida diumpulkan 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 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 tahun = 365 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:

$$V = \frac{F_A 0 X}{-r_A}$$

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:

$$V = \frac{F_A 0 X}{kC_{A0}(1-X)} = \frac{v_0 X}{k(1-X)}$$

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

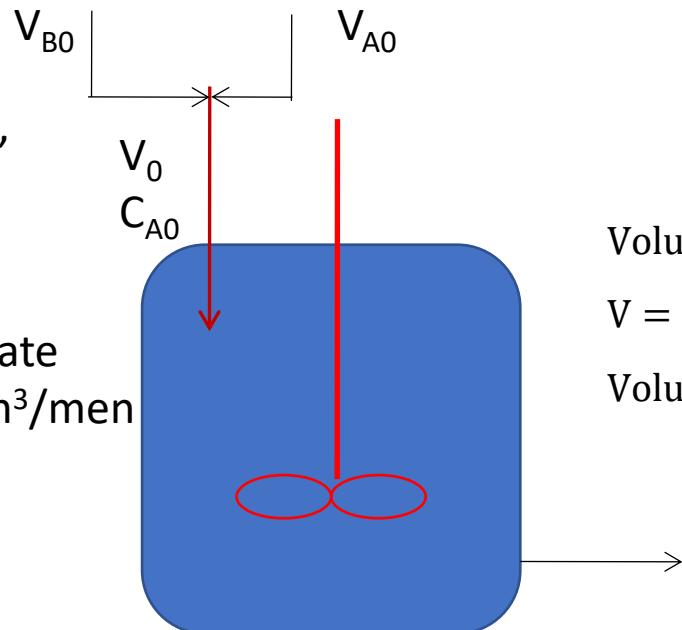
$$v_{A0} = \frac{F_{A0}}{C_{A0}} = \frac{7,67 \text{ kmol/menit}}{1 \text{ kmol/m}^3} = 7,67 \frac{\text{m}^3}{\text{menit}}$$

Dari informasi soal,

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

Total volumetric flow rate

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



Volume liquid =

$$V = \frac{(15,34)(0,8)}{(0,311)(1-0,8)} = 197,3 \text{ m}^3$$

Volume Reaktor = 246,625 m³

- Untuk RATB yang disusun paralel dimana digunakan reaktor 50 m³. maka akan digunakan 5 buah reaktor.

Volume masing-masing reaktan= 7,67 m³/menit.

Menghitung ulang konversi yang dicapai:

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

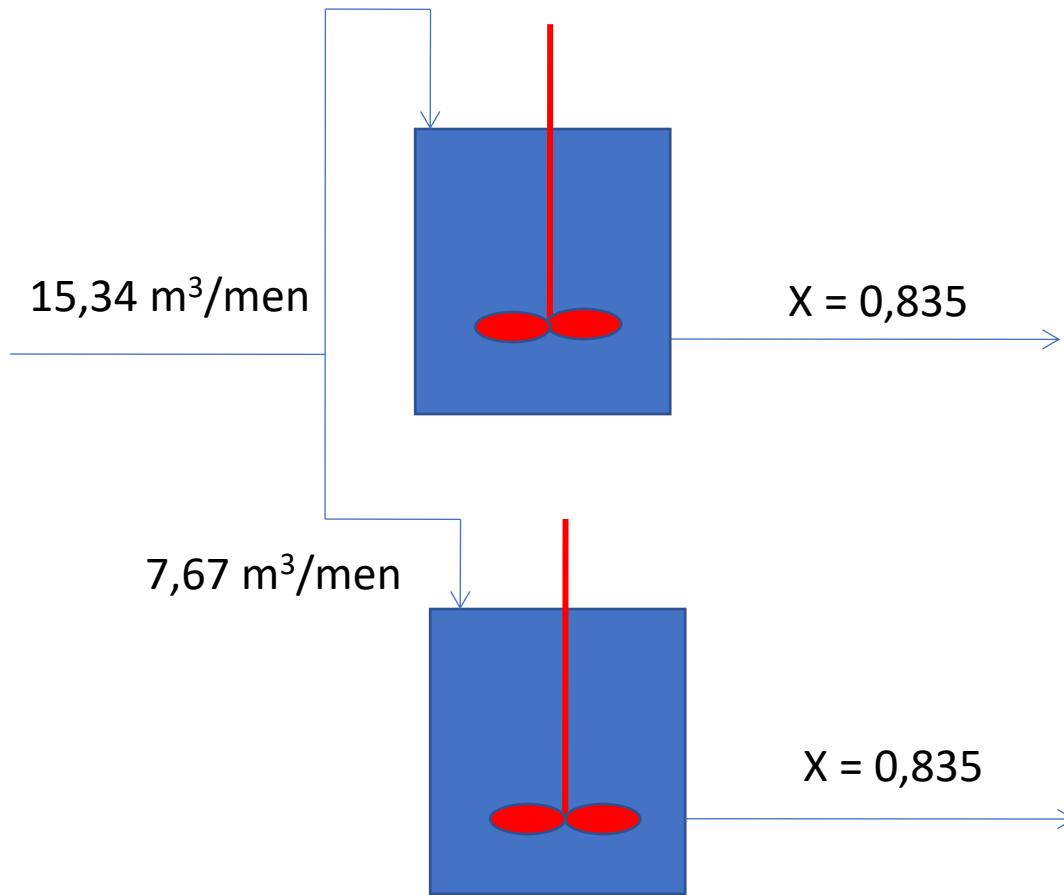
dimana

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

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

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

7,67 m³/men



- 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:

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

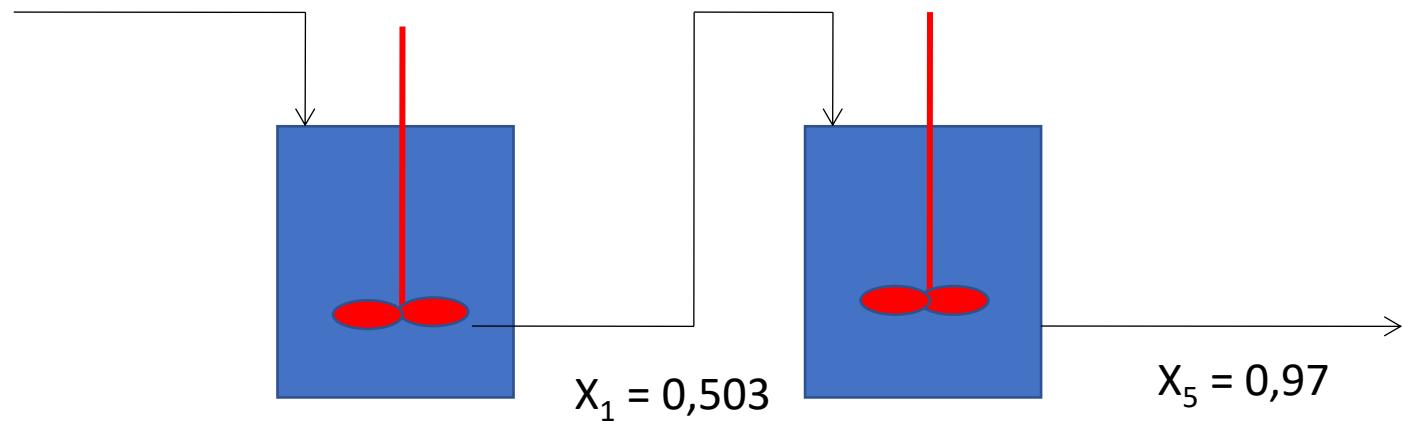
dimana $n = 5$

$$\tau_1 = \tau$$

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