



**SOAL UJIAN AKHIR SEMESTER GASAL TAHUN AKADEMIK 2008/2009
JURUSAN TEKNIK KIMIA - FTI - UPN "VETERAN" YOGYAKARTA**

Mata Ujian : **PERANCANGAN REAKTOR**
Hari, Tanggal/ Durasi : Kamis, 15 Januari 2009 / 120 Menit
Dosen Pengampu : Ir. Gunarto, MS; Dr. IGS Budiaman, MT; & Ir. Endang S., MT
Sifat Ujian : Boleh Membuka 1 Lembar (2 halaman) Catatan Rumus

NOMOR 1 (Bobot: 20%):

Reaksi homogen fase cair: $A + B \rightarrow P$, dilangsungkan dalam reaktor *batch* secara isothermal. Diinginkan memproduksi P sebesar 5000 ton P/tahun. Reaksi berorder satu terhadap masing-masing reaktan, dengan konstanta laju reaksi sebesar $k_A = 0,06 \text{ m}^3/(\text{kmol}\cdot\text{menit})$. Campuran awal reaktan mengandung: 40%-mol A, 50%-mol B, dan sisanya inert. Jika konsentrasi A awal, $C_{A0} = 0,5 \text{ kmol/m}^3$, *down time* sebesar $t_d = 1,5 \text{ jam}$, dan diinginkan 90% A terkonversi, tentukan:

- waktu reaksi
- volume reaktor

Data: BM P = 60 kg/kmol; 1 tahun = 330 hari; 1 ton = 1000 kg

NOMOR 2 (Bobot: 25%):

Reaksi homogen fase cair: $2 A + B \rightarrow C + D$, dilangsungkan dalam 2 buah reaktor alir tangki berpengaduk (RATB) ideal yang disusun secara seri *steady state* pada suhu tetap. Umpan reaktor berupa campuran ekuimolar A dan B, serta 20%-mol inert, dialirkan dengan laju alir molar total 100 kmol/jam dan debit 25 m³/jam. Reaksi ini bersifat elementer dengan konstanta laju reaksi sebesar $k_A = 0,025 \text{ (m}^3/\text{kmol)}^2/\text{menit}$. Diinginkan tercapai 80% A terkonversi pada keluaran reaktor kedua.

- Tentukan konversi A keluar reaktor pertama, jika kedua reaktor bervolume sama.
- Berapakah volume masing-masing reaktor?

NOMOR 3 (Bobot: 30%):

Reaksi homogen fase gas: $2 A \rightarrow B + 3 C$, dilangsungkan dalam sebuah reaktor alir pipa (RAP) ideal pada kondisi adiabatik dan *steady state*. Umpan reaktor (pada 400°C dan 27 kPa) berupa campuran A dan gas inert dengan perbandingan mol 3:1, dialirkan dengan laju 12 m³/jam. Kecepatan reaksi ini mengikuti bentuk:

$$-r_A = k_A p_A^2 \quad \text{dengan: } k_A = k_0 \exp\left(-\frac{E}{RT}\right) \text{ m}^3/(\text{mol}\cdot\text{detik})$$

- Susunlah tabel stoikiometri reaksi ini (*dalam basis mol per satuan waktu*)
- Agar tercapai konversi A 60% di keluaran reaktor, berapakah:
 - suhu campuran keluar reaktor, dan
 - volume reaktor yang dibutuhkan.

Catatan: Gas-gas dapat dianggap berkelakuan ideal.

Data: $R = 0,008314 \text{ kPa}\cdot\text{m}^3/(\text{mol}\cdot\text{K}) = 8,314 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$; $k_0 = 7 \times 10^{15} \text{ mol}/(\text{m}^3\cdot\text{detik})$;

$E = 225 \text{ kJ/mol}$; $\Delta H_{RA} = -10 \text{ kJ/mol A}$; $C_p A = 100 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$; $C_p B = 150 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$;

$C_p C = 30 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$; $C_p \text{ inert} = 45 \text{ J}/(\text{mol}\cdot\text{K})$

NOMOR 4 (Bobot: 25%):

Reaksi fase gas: $A \rightarrow S + H$, dilangsungkan dalam *Fixed Bed Catalytic Reactor* (FBCR) pada suhu tetap dan keadaan *steady*. Umpan masuk reaktor pada suhu 975 K dan tekanan 2,4 bar dengan laju mol A = 85 mol/s dan laju mol inert = 15 kali laju mol A. Reaksi dapat dianggap homogen semu dan model dapat dianggap plug flow arah aksial, tentukan jumlah katalis yang diperlukan, bila diinginkan konversi reaktan A sebesar 40%.

Diketahui:

Laju reaksi: $(-r_A) = k_A(P_A - P_S \cdot P_H/K_p)$; $k_A = 0,0585 \text{ mol}/\text{kg}\cdot\text{cat}/\text{s}/\text{bar}$; $K_p = 2,055 \text{ bar}$;
massa jenis katalis (ρ_B) = 2500 kg/m³; dan kelakuan gas dianggap ideal.

*** Selamat Mengerjakan dan Semoga Berhasil ***