



Destilasi Multikomponen



Tujuan

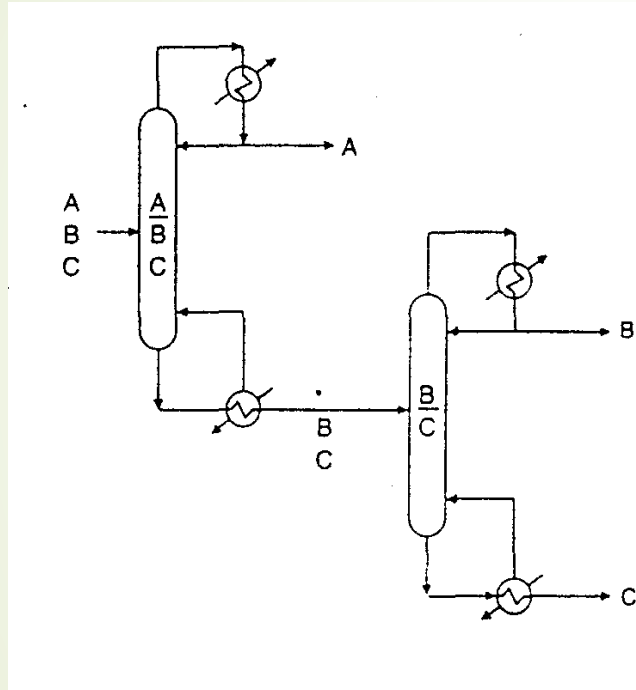
- Mengetahui metode short-cut untuk menghitung nilai refluks rasio dan jumlah tray menggunakan persamaan Underwood dan persamaan Fenske



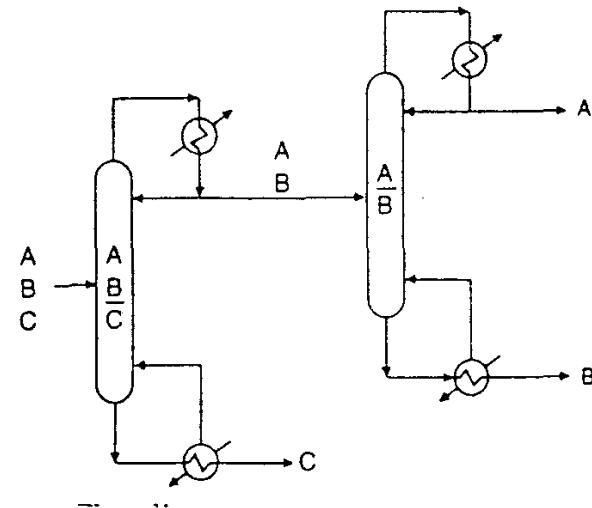
Desain Kolom

- Menentukan spesifikasi produk (bottom dan destilat) : menentukan light key dan heavy key
 - Light Key : Komponen kunci fraksi ringan
 - Heavy Key : Komponen kunci fraksi berat
- Menentukan kondisi operasi (P, T)
 - a. Umpan
 - b. Bottom
 - c. Destilat
- Menghitung jumlah stage minimal dengan persamaan fenske
- Menghitung reflux minimum dengan persamaan underwood

Mentukan Jalur Pemisahan



DIRECT SEQUENCE



INDIRECT SEQUENCE



Jumlah alternatif urutan-urutan destilasi

Jumlah komponen	Jumlah alternatif Distillation sequence
2	1
3	2
4	5
5	14
6	42
7	132
8	429



Heuristic untuk menciptakan urutan distilasi yang ekonomis:

- **Heuristic 1** : Pemisahan yang paling sulit dilakukan terakhir
- **Heuristic 2** : Direct sequence lebih disukai dari pada indirect sequence
- **Heuristic 3** : Komponen yang jumlahnya banyak didalam campuran dipisahkan
- **Heuristic 4** : Pemisahan yang simetris (hampir ekimolar) pada setiap kolom lebih disukai.

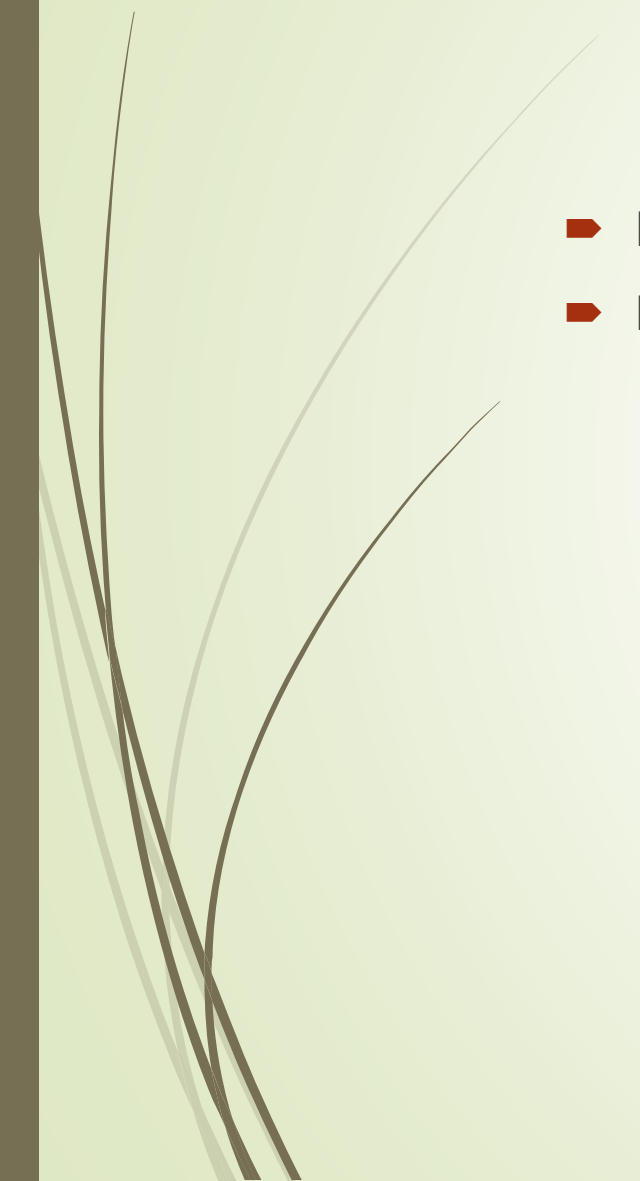
CATATAN

Dalam pemakaian heuristic ini, kadang-kadang terjadi konflik antara heuristic satu dengan yang lain.



Batasan-batasan Praktis dalam pemilihan distillation sequence :

1. Bahan berbahaya dipisahkan awal
2. Komponen reaktif dan Heat-sensitive dipisahkan se-awal mungkin
3. Komponen korosif dipisahkan se-awal mungkin
4. Bila peruraian dalam reboiler dapat mengotori produk, maka produk jangan diambil dari bagian bawah kolom
5. Bila terdapat masalah polimerisasi, produk akhir yang diambil dari bagian bawah kolom
6. Komponen yang sulit mengembun, dipisahkan pada bagian atas kolom pertama.



➤ Light Key

➤ Heavy Key

Data kesetimbangan Multikomponen Distilasi

- Untuk multikomponensistem yang ideal, hukum Roul't's dapat digunakan untuk menghitung jumlah komposisi dari uap dan liquid dalam kesetimbangan. Sebagai contoh, sistem yang terdiri dari 4 komponen, yaitu: A, B, C, D
- $P_A = P_A^o x_A$ $y_A = \frac{P_A}{P} = \frac{P_A^o}{P} x_A$ $y_A = K_A x_A$
- $P_B = P_B^o x_B$ $y_B = \frac{P_B}{P} = \frac{P_B^o}{P} x_B$ $y_B = K_B x_B$
- $P_C = P_C^o x_C$ $y_C = \frac{P_C}{P} = \frac{P_C^o}{P} x_C$ $y_C = K_C x_C$
- $P_D = P_D^o x_D$ $y_D = \frac{P_D}{P} = \frac{P_D^o}{P} x_D$ $y_D = K_D x_D$
- K_A adalah konstanta kesetimbangan uap-liquid atau disebut juga sebagai koefisien distribusi komponen A. Harga K dapat dicari menggunakan rumus :
$$K_A = \frac{P_A^o}{P}$$
- P_A^o adalah tekanan uap dapat dicari menggunakan persamaan antoine, dll

Relatif volatility

- Kecenderungan penguapan suatu komponen terhadap komponen kunci (heavy key = k_C)
- $\alpha_i = \frac{k_i}{k_C}$
- $\alpha_A = \frac{k_A}{k_C} \quad \alpha_B = \frac{k_B}{k_C} \quad \alpha_C = \frac{k_C}{k_C} \quad \alpha_D = \frac{k_D}{k_C}$

Bubble Point

- Pada tekanan tertentu, boiling point or bubble point pada campuran multikomponen harus menghasilkan $\sum y_i = 1$ untuk campuran A, B, C, dan D dengan C sebagai komponen kunci.
- $\sum y_i = \sum K_i x_i = K_c \sum \alpha_i x_i = 1$
- Perhitungan dilakukan dengan trial dan error.
- **Metode 1:**
- Asumsikan temperatur (tebak sembarang harga)
- Cari harga k_i dengan grafik atau rumus : $K_i = \frac{P_i^o}{P}$
- Hitung nilai $y_i = K_i x_i$
- Cek tebakan suhu dengan $\sum y_i = \sum K_i x_i = 1$

Dew Point

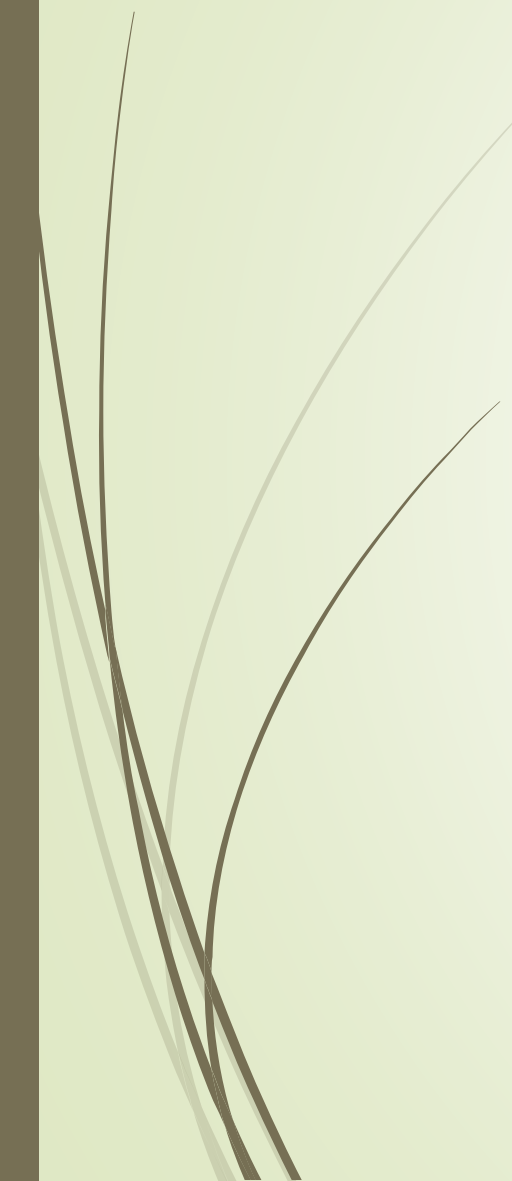
- Perhitungan dew point dilakukan dengan trial and error sama seperti perhitungan bubble point
- $\sum x_i = \sum \frac{y_i}{K_i} = \frac{1}{K_C} \sum \frac{y_i}{\alpha_i} = 1$

Metode 1:

- Asumsikan temperatur (tebak sembarang harga)
- Cari harga K_i dengan grafik atau rumus : $K_i = \frac{P_i^o}{P}$
- Hitung nilai $x_i = \frac{y_i}{K_i}$
- Cek tebakan suhu dengan $\sum x_i = \sum \frac{y_i}{K_i} = 1$



The short-cut distillation design method is carried out in three steps:

1. Determine the minimum number of equilibrium stages at total reflux using the Fenske equation.
 2. Determine the minimum reflux ratio using the Underwood equation.
- 

Persamaan Fenske

$$N_m = \frac{\log\left[\left(\frac{x_{Ld} D}{x_{Hd} D}\right) \left(\frac{x_{Hb} B}{x_{Lb} B}\right)\right]}{\log \sqrt{\alpha_{Ld} \alpha_{Lb}}}$$

$$\alpha_{Ld} = \frac{K_{Ld}}{K_{Hd}}$$

$$\alpha_{Lb} = \frac{K_{Lb}}{K_{Hb}}$$

- x_{Ld} = fraksi light key di destilat
- x_{Hd} = fraksi heavy key di destilat
- x_{Hb} = fraksi heavy key di bottom
- x_{Lb} = fraksi light key di bottom
- K_{Ld} = Konstanta kesetimbangan Light key di Destilat
- K_{Hd} = Konstanta kesetimbangan Heavy Key di Destilat
- K_{Lb} = Konstanta kesetimbangan Light Key di Bottom
- K_{Hb} = Konstanta kesetimbangan heavy key di bottom



Example

- The liquid feed of 100 mol/h at boiling point fed to a distillation tower at 405,3 kPa contain n-butane (0,45), n-pentane (0,2), n-hexane (0,2), n-heptane (0,15) and is to be fractionated so that 90% of the n-pentane in the distillate and 90% of the n-hexane in bottoms. Calculate following :
 - a. Distillate and bottom product
 - b. Dew Point and Bubble Point Temperature
 - c. Number of stages using Fenske's equation



Pustaka

