

IMMISCIBLE EXTRACTION

Pustaka: Wankat, chap. 16.

Dalam sistem immiscible extraction, hanya solut yang terdistribusi di kedua fase. Keseimbangan solute dinyatakan dalam kadar solute dalam fase diluen/rafinat berkeseimbangan dengan kadar solut dalam solven/ekstrak.

Kadar solut dalam rafinat = X

Kadar solut dalam ekstrak = Y

Countercurrent immiscible extraction

Misal:

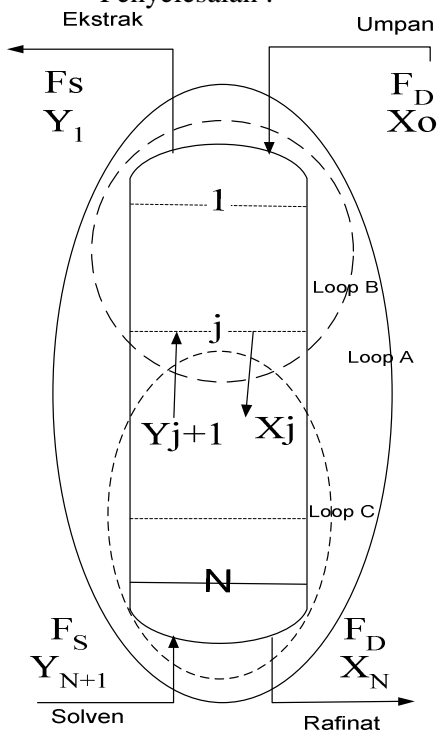
Data diketahui: kecepatan dan komposisi umpan.

Kecepatan dan komposisi solven.

Data ditentukan : recovery solut atau komposisi dalam rafinat.

Data dicari: jumlah stage ideal.

Penyelesaian :



Hubungan arus-arus di alat ini mengambil asumsi :

1. isothermal, isobar,
2. panas pencampuran dapat diabaikan
3. Diluen (D) dan solven (S) tidak saling larut.
4. F_D dan F_S adalah tetap sepanjang menara.
5. Keadaan seimbang telah tercapai di setiap stage.

Berdasarkan asumsi di atas, maka kecepatan D bebas solut (F_D) dan kecepatan pelarut S bebas solut (F_S) adalah konstan. Kadar solut dinyatakan perbandingan (rasio) banyaknya solut dan banyaknya bahan bebas solut. Banyaknya bahan dapat dinyatakan dalam satuan massa atau satuan mol. Contoh:

$$X = \frac{\text{mol A}}{\text{mol D}}, \text{ mol solute}/(\text{mol diluen bebas solute})$$

$$Y = \frac{\text{mol A}}{\text{mol S}}, \text{ mol solute/ (mol solven bebas solute).}$$

Jika data yang tersedia adalah fraksi mol atau fraksi massa, maka data itu harus dirubah menjadi rasio mol atau rasio massa.

$$X = \frac{x}{1 - x}$$

$$Y = \frac{y}{1 - y}$$

dengan,

x = fraksi mol (atau massa) di fase rafinat, mol solute/(mol rafinat total).

y = fraksi mol di fase ekstrak, mol solute/(mol ekstrak total).

- a. hubungan arus-arus di sekitar menara (loop A):

Maka kecepatan arus dan komposisi masuk dan keluar menara dapat ditentukan.

- b. hubungan arus-arus di antara dua stage yang berurutan (loop B atau loop C) :
ditinjau stage ke- j ($j=0$ s/d N):

Persamaan ini disebut persamaan garis operasi (GOP).

- c. Hubungan arus-arus keluar stage:
Ditinjau stage ke- j :

Oleh karena itu dibutuhkan data keseimbangan atau persamaan keseimbangan.

d. menentukan jumlah stage ideal secara analitis :

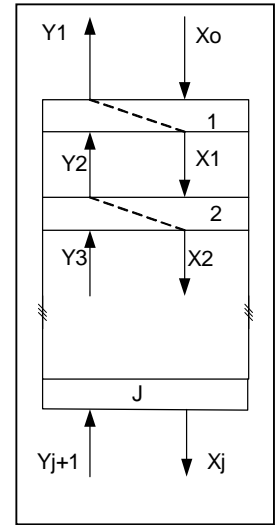
perhitungan stage dimulai dari $j=1$:

data : $FD, FS, X_0, Y_1, X_N, Y_{N+1}$

$J=1$: hitung: $X_1 = f(Y_1; \text{keseimbangan})$
 $Y_2 = f(X_1; \text{GOP})$.

$J=2$: hitung : $X_2 = f(Y_2; \text{keseimbangan})$
 $Y_3 = f(X_2; \text{GOP})$

Dan seterusnya sampai diperoleh $J=N$ dengan X_N .



```

Main program:
  Data :
  J = 1
  Hitung :
  Gosub persamaan keseimbangan
  Gosub: GOP
  Print j; X(j); Y(j)
  If (XN > X(j)) then GOTO Selesai
  GOTO Hitung
  Selesai : print N
  END
Sub program :
  Persamaan keseimbangan: ←
  GOP: ←
  
```

e. menentukan jumlah stage secara grafis:

GOP dapat disajikan dalam grafik Y-X (McCabe Thiele) dengan beberapa cara yaitu :

1. Diketahui slope $\text{GOP} = FD/FS$

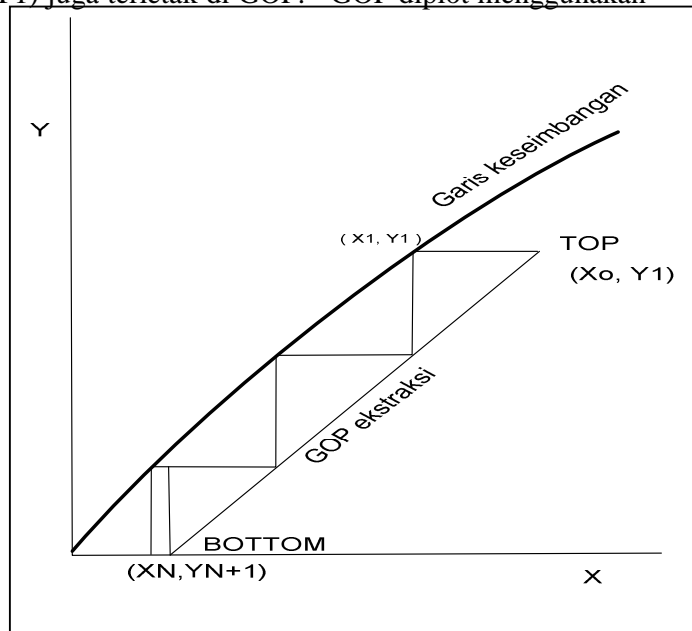
Intersep $\text{GOP} = Y_1 - (FD/FS) \cdot X_0$

Dengan mengetahui slope dan intersept, maka GOP dapat diplotkan.

2. dari GOP, jika $X_j = X_N$ diketahui, maka titik (X_N, Y_{N+1}) terletak di GOP.

Demikian pula titik (X_0, Y_1) juga terletak di GOP. GOP diplot menggunakan dua titik ini.

Perhitungan stage by stage :



Pengaruh solvent rate pada countercurrent coloumn.

Jika slope persamaan GOP pada countercurrent extraction semakin besar, maka akan diperoleh jumlah stage semakin besar pula, sampai suatu saat GOP bersinggungan dengan kurva keseimbangan. Pada titik singgung ini tidak ada gradient konsentrasi, sehingga akan diperoleh jumlah stage terhingga.

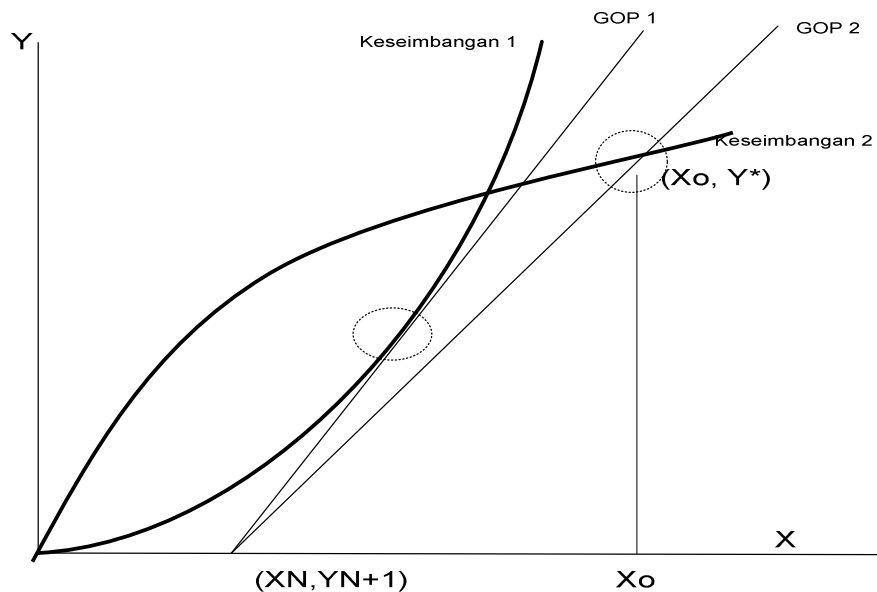
- (slope) maksimum \longrightarrow N = tak terhingga.
- $\left(\frac{FD}{FS}\right)_{maksimum}$ \longrightarrow N = tak terhingga.
- F_s minimum \longrightarrow N = tak terhingga.

Dalam prakteknya, alat harus dijalankan dengan kecepatan solven lebih besar dari kebutuhan minimumnya. Oleh karenanya, perlu dicari kecepatan solven minimum dalam perancangan maupun pengoperasian alat.

Biasanya dirancang dengan :

$F_s \text{ operasi} = F_s \text{ optimum} = (1,2 \text{ s/d } 1,5) F_s \text{ Minimum.}$

Dalam menentukan F_s minimum ini perlu diperhatikan data atau kurva keseimbangannya.



Exercise : Determining Minimum Solvent Rate and Number Theoretical Stage required.

An 11.5 wt% mixture of acetic acid in water is to be extracted with 1-butanol at 1 atm and 26.7°C. We desire outlet concentration of 0.5 wt% in the water. Inlet butanol is pure. If using butanol rate is 2 times minimum butanol rate, find the number ideal stage needed.

Equilibrium can predicted by the following equation:

$$(\text{mass fraction of acetic acid in water}) = 1.613 \times (\text{mass fraction of acetic acid in butanol}).$$

Gunakan langkah-langkah kerja sebagai berikut:

- gambar skema alat, lengkapi dengan data yang diketahui, beri simbol untuk datayang belum diketahui,
- Tentukan basis perhitungan, dan konversikan data menjadi berdasar bebas solut,
- Susun semua persamaan yang diperlukan, misal GOP, keseimbangan stage,
- Hitung kecepatan solven minimum,
- Hitung kecepatan solven operasi,
- Hitung jumlah stage ideal.

Cross flow immiscible extraction

(arus silang)

Pada ekstraktor ini, di setiap alat :

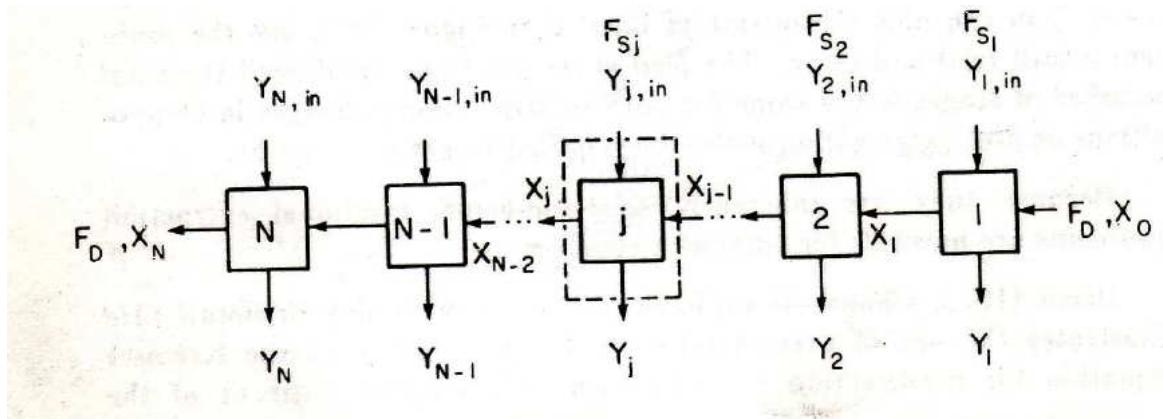
- ditambahkan solven segar,
- diambil arus ekstrak,
- arus-arus yang keluar dari setiap stage dalam keadaan berkeseimbangan.

Ditinjau mixer settler:

Data diketahui : kondisi dan komposisi umpan dan solven.

Data ditentukan: derajat pemisahan, misal kadar solut dalam ekstrak.

Data dicari : jumlah stage.



Neraca massa solut di sekitar stage ke-j :

Persamaan di atas merupakan persamaan garis operasi ekstraksi pada stge ke-j, dengan:

Slope=

Intersep=

Jika $F_{s1} \neq F_{s2} \neq F_{sj}$ maka masing-masing stage mempunyai persamaan garis operasi yang berbeda.

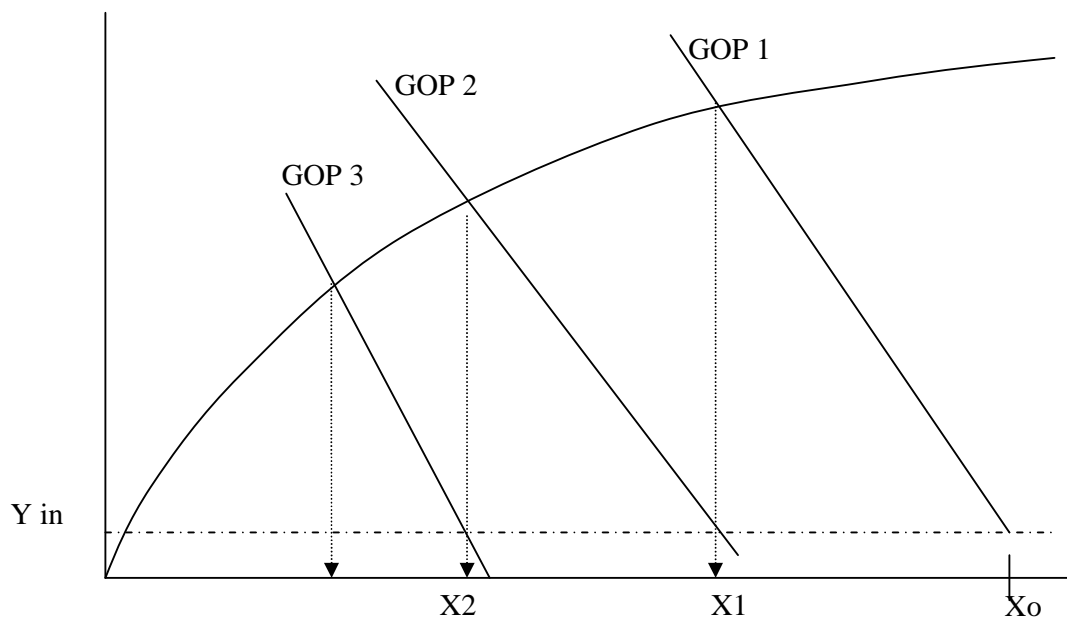
Hubungan arus-arus yang keluar dari stage ke-j :

Hubungan keseimbangan.

Perhitungan jumlah stage:

Dari persamaan garis operasi : titik $(X_{j-1}, Y_{j in})$ dan titik (X_j, Y_j) terletak dalam satu garis operasi.

Dari persamaan keseimbangan: titik (X_j, Y_j) terletak di kurva keseimbangan, oleh karena itu titik potong garis operasi dengan kurva keseimbangan adalah titik (X_j, Y_j) .



Exercise 2 : Determining Minimum Solvent Rate and Number Theoretical Stage required.

The 11.5 wt% mixture of acetic acid in water processed in the countercurrent column in example 1 is to be treated in a four stage cross flow system. The same amount of pure butanol is to be used. Find the outlet concentration of all streams.