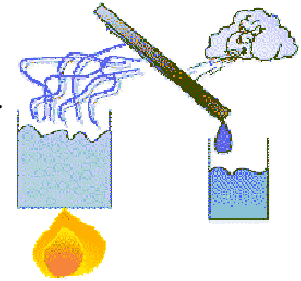


## MATERI : MENARA DISTILASI CAMPURAN BINER

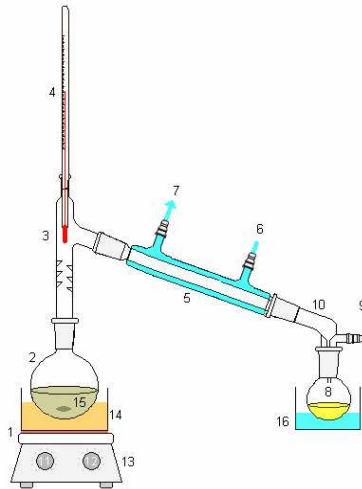
Aplikasi data keseimbangan uap-cair:

1. Penentuan kondisi jenuh, seperti uap jenuh dan cair jenuh.
2. Penentuan jumlah stage pada Menara Distilasi.



**Silabi D3 Teknik Kimia:**

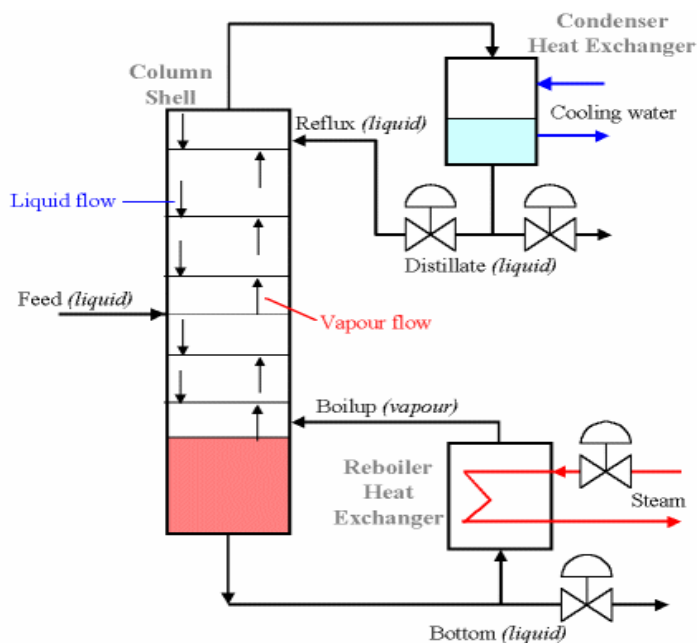
1. Prinsip dasar alat transfer massa MD.
2. Variabel-variabel proses alat MD
3. Hubungan arus-arus di sekitar alat.
4. Hubungan arus-arus di dalam alat menara plat.



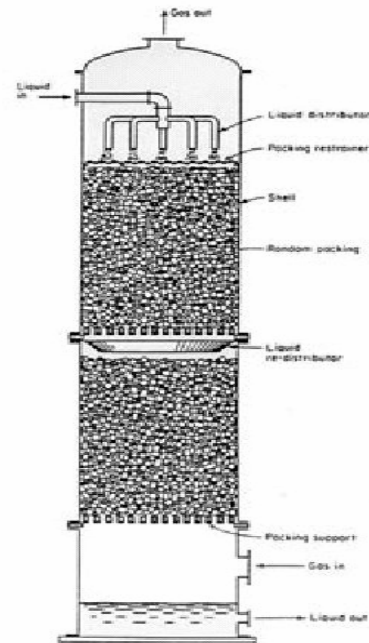
### Sumber Pustaka :

- Geankoplis, C.J., 1985, "Transport Processes and Unit Operation", Prentice Hall, Inc., Singapore.
- Wankat, P.C., 1988, "Equilibrium Staged Separation", Prentice Hall, New Jersey.
- Perry, R.H and Green, D., "Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6<sup>th</sup> ed.", 1984, McGraw-Hill Book Co., Singapore.

### Definisi DISTILASI?



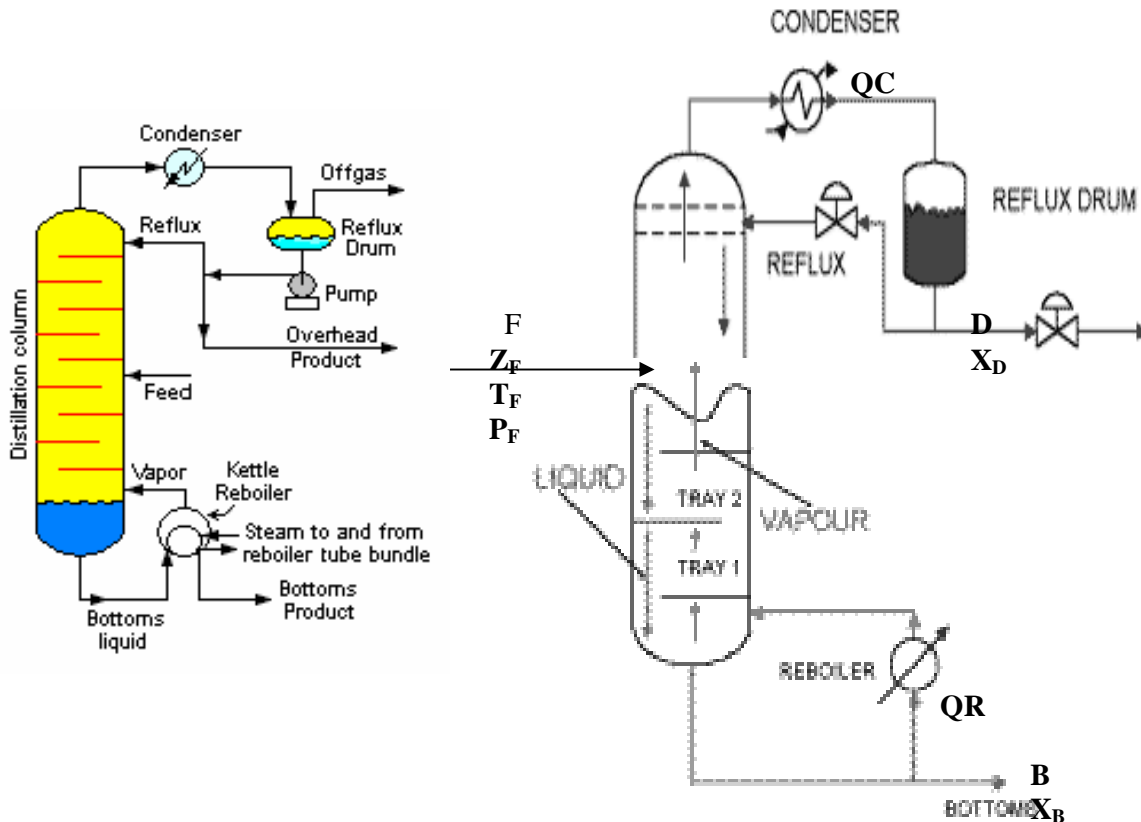
MD menggunakan stage



MD dengan packing

## PERHITUNGAN N IDEAL MD BINER DENGAN KONTAK BERTINGKAT (STAGE WISE)

Ditinjau suatu MD sederhana yang dilengkapi kondenser dan reboiler sebagai berikut:



### Data yang diketahui :

Kecepatan Umpan ( $F$ ) , komposisi umpan ( $z_i$ ) , kondisi umpan ( $T_F$  dan  $P_F$ ).

### Data yang ditentukan oleh perancang :

Misal : kemurnian distilat ( $X_D$ ) dan bottom ( $X_B$ );  
Rasio Refluks ( $R$ ).

### Data yang dievaluasi :

Kecepatan dan kondisi arus distilat ( $D$ ,  $T_D$ );  
Kecepatan dan kondisi bottom ( $B$ ,  $T_B$ );  
Beban condenser ( $QC$ ) dan reboiler ( $QR$ );  
Tinggi menara (jumlah stage );  
Lokasi umpan,  
Diameter menara.

### Asumsi yang diambil untuk kasus ini adalah ;

1. Menara diisolasi sehingga adiabatik atau tidak ada panas hilang ke sekeliling.
2. Arus-arus keluar dari setiap stage dalam keadaan berkesimbangan.

Analisis:

## A. NERACA EKSTERNAL

**Hubungan arus-arus masuk dan keluar di sekitar MD dinyatakan dengan neraca eksternal.**

Data yang dievaluasi :

- Kecepatan dan kondisi arus distilat ( D, TD);
- Kecepatan dan kondisi bottom ( B, TB);
- Beban condenser ( QC) dan reboiler (QR);

Korelasi ini harus sesuai dengan simbol variabel pada skema alat yang digambarkan.

NM total di sekitar MD :

$$F = B + D \quad (1)$$

NM komponen yang lebih volatile di sekitar MD :

$$F \cdot z = B \cdot X_B + D \cdot X_D \quad (2)$$

Dipilihnya komponen yang lebih volatil, karena penyelesaian masalah diarahkan menggunakan data keseimbangan komponen ini.

Menggunakan persamaan (1) dan (2), nilai B dan D dapat dievaluasi.

NP di sekitar MD :

$$F \cdot h_F + QR = D \cdot h_D + B \cdot h_B + QC \quad (3)$$

Dengan,

$h_F$  = entalpi umpan = f ( z, jenis bahan, TF, P ).

$h_D$  = entalpi distilat = f (  $X_D$ , jenis bahan, TD, P ).

$h_B$  = entalpi bottom = f (  $X_B$ , jenis bahan, TB, P ).

Data entalpi ini dapat diperoleh dari :

1. grafik hubungan entalpi komposisi ( perhatikan satuannya).
2. menghitung entalpi fase cair dan uap berdasarkan data suhu-komposisi.
3. menghitung entalpi fase cair dan uap berdasarkan data dePriester atau Persamaan Antoine.

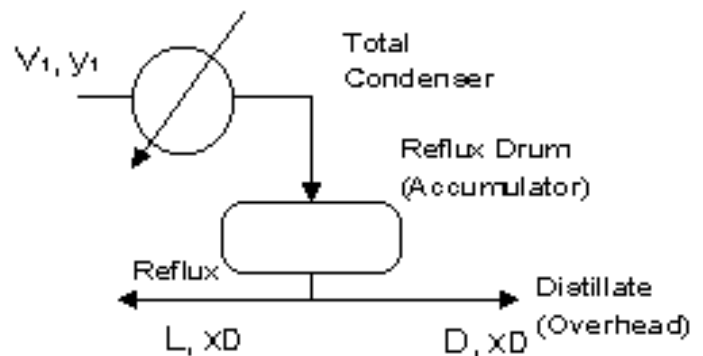
### Entalpi distilat ( $h_D$ ) :

Arus distilat merupakan produk kondenser. Ada 2 macam condenser :

1. kondenser total
2. kondenser parsial

#### 1. Kondenser Total :

Semua uap diinginkan terembunkan, sehingga diperoleh distilat dalam fase cair. Jika



demikian, maka komposisi bahan di distilat adalah sama dengan komposisi bahan di uap. Suhu bahan agar semua bahan di fase cair harus di bawah atau sama dengan suhu titik didihnya ( bubble point).

Jika uap dari stage 1 ( V1) diembunkan sampai suhu bubble point-nya, maka akan diperoleh distilat berupa cair jenuh. Maka:

$$h_D = f(X_D, T_D, \text{cair jenuh})$$

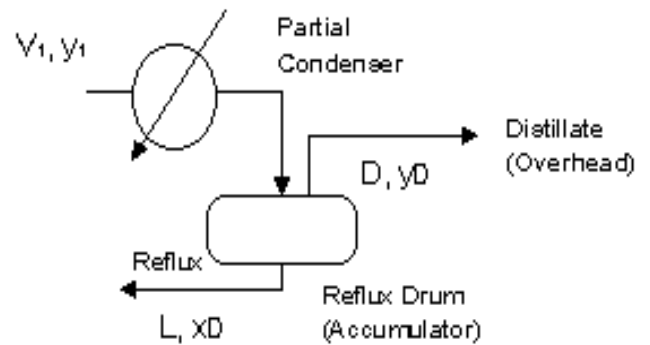
$$h_o = h_D$$

## 2. Kondenser parsial :

Jika penurunan suhu di antara suhu titik embun sampai titik didihnya, maka tidak semua uap yang masuk condenser terembunkan. Distilat berupa uap, sedangkan refluxes berupa cair.

Ada 2 keadaan yang mungkin terjadi dalam kondenser parsial :

1. uap dan cairan dalam keadaan keseimbangan, sehingga kondenser ekivalen dengan sebuah stage seimbang.
2. uap dan cairan hasil condenser tidak dalam keadaan seimbang.



Jika uap dan cairan berkeseimbangan :

$$X_D = Y_D$$

$$X_o = f(Y_D, \text{keseimbangan pada } T_D)$$

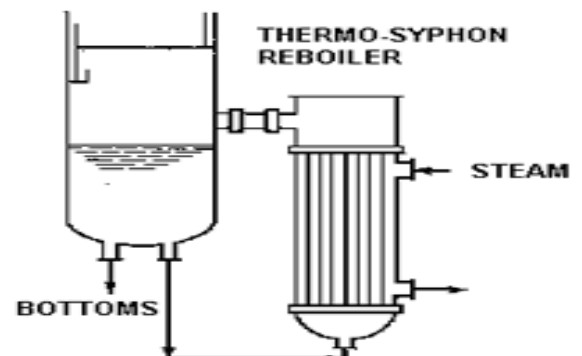
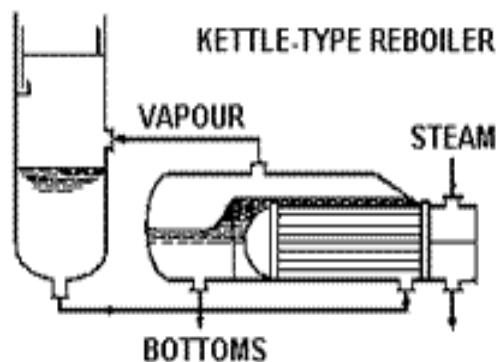
$$H_D = f(Y_D, T_D, \text{uap jenuh}).$$

$$H_o = f(X_o, T_D, \text{cair jenuh})$$

## Entalpi Bottom :

Biasanya digunakan reboiler parsial, yaitu sebagian cairan hasil bawah diuapkan dan dialirkan ke menara sebagai uap pembawa panas. Oleh karenanya, reboiler setara dengan sebuah stage seimbang, yaitu stage N+1.

$$H_B = f(X_B, T_B, \text{cair jenuh}).$$



Nilai yang belum diketahui dari persamaan (3) di atas adalah QR dan QC, oleh karena itu dibutuhkan sebuah persamaan lagi. Persamaan ini dapat disusun menggunakan neraca di sekitar kondenser atau reboiler.

Neraca di sekitar kondenser

### 1. kondenser total

NM total di sekitar condenser :

$$V1 = Lo + D \quad (a)$$

$$\text{Rasio refluks} = R = Lo/D \quad (b)$$

Jika R dan D telah diketahui, maka V1 dan Lo dapat dievaluasi berdasarkan pers (a) dan (b).

NP di sekitar condenser :

$$V1 \cdot H1 = D \cdot hD + Lo \cdot ho + QC$$

$$H1 = f(y1, T1, \text{uap jenuh})$$

$$ho = hD = f(XD, TD, \text{cair jenuh})$$

Menggunakan persamaan NP di atas, nilai QC dapat dievaluasi.

### 2. Kondenser parsial

NM Total di sekitar condenser :

$$V1 = Lo + D$$

$$\text{Rasio refluks} = R = Lo/D$$

Jika D dan R telah diketahui, maka V1 dapat ditentukan.

NM komponen yang lebih volatil:

$$V1 \cdot y1 = Lo \cdot Xo + D \cdot YD$$

$$Xo = f(YD, TD, \text{keseimbangan})$$

Jika nilai Xo telah diketahui maka y1 dapat dievaluasi.

NP :

$$V1 \cdot H1 = Lo \cdot ho + D \cdot HD + QC$$

Dengan,

$$H1 = f(y1, T1, \text{uap jenuh})$$

$$ho = f(X0, TD, \text{cair jenuh})$$

$$HD = f(YD, TD, \text{uap jenuh})$$

Menggunakan NP di atas, nilai QC dapat ditentukan.

Berdasarkan persamaan (3) dan (4), maka nilai QR dapat dihitung.

### SOAL LATIHAN:

Campuran n-heksan dan n oktan akan dipisahkan menggunakan menara distilasi ( MD ). Umpan sebanyak 1000 lbmol/jam berisi 50% mol nC6. Diinginkan hasil atas berisi 95% nC6 dan hasil bawah berisi 95% nC8. Refluk cair jenuh dan diambil rasio refluks =2. Tentukan, jika MD dilengkapi kondenser total, reboiler parsial, serta umpan berupa cair jenuh, tentukan :

- Kecepatan hasil atas ( D ) dan suhu atas menara ( T top),
- Kecepatan hasil bawah menara ( B ) dan suhu bottom menara ( T bot),
- Beban kondenser , serta beban reboiler.

T, °F	fraksi mol nC6 di fase cair	fraksi mol nC6 di fase uap	Entalpi cairan, Btu/lbmol	Entalpi uap, Btu/lbmol
155,7	1,0	1,0	7.586	20.085
160	0,917	0,986	8.030	20.309
180	0,600	0,900	9.794	21.642
200	0,377	0,773	11.557	23.287
220	0,215	0,592	13.309	25.432
240	0,099	0,342	15.064	28.140
258,2	0	0	16.559	31.405