

**PMD D3**  
**Sperisa Distantina**

Ingat kembali, macam-macam jenis transfer massa (difusi) :

- a. difusi molekuler.
- b. Difusi antar fase satu film (difusi dalam aliran turbulen).
- c. Difusi antar fase dua film

**Comment:**  
Sudah dibahas

### DIFUSI (TRANSFER MASSA) ANTAR FASE

Pada operasi alat transfer massa, banyak melibatkan transfer massa antara 2 fase atau lebih yang dikontakkan. Ada beda konsentrasi di masing-masing fase.

Contoh fase-fase:

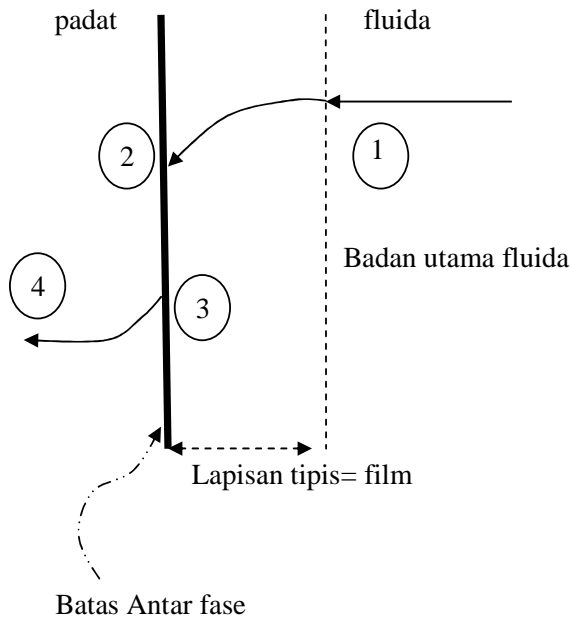
1. sistem gas – cair,
2. sistem cair – cair ( kedua cairan tidak saling larut),
3. sistem fluida – padatan.

Transfer massa antar fase:

1. satu film, terjadi pada kontak fase padat dengan fluida.
2. dua film, terjadi pada kontak fase fluida dengan fluida.

#### b. TRANSFER MASSA ANTAR FASE SATU FILM

Ditinjau difusi solut dari fluida ke padatan:



Transfer massa yang terlibat :

1. difusi A secara konvektif dari badan utama fluida ke permukaan padatan. Difusi ini terjadi di film, dari 1 ke 2.
2. difusi A secara molekuler dari permukaan padatan ke dalam padatan, dari 3 ke 4.

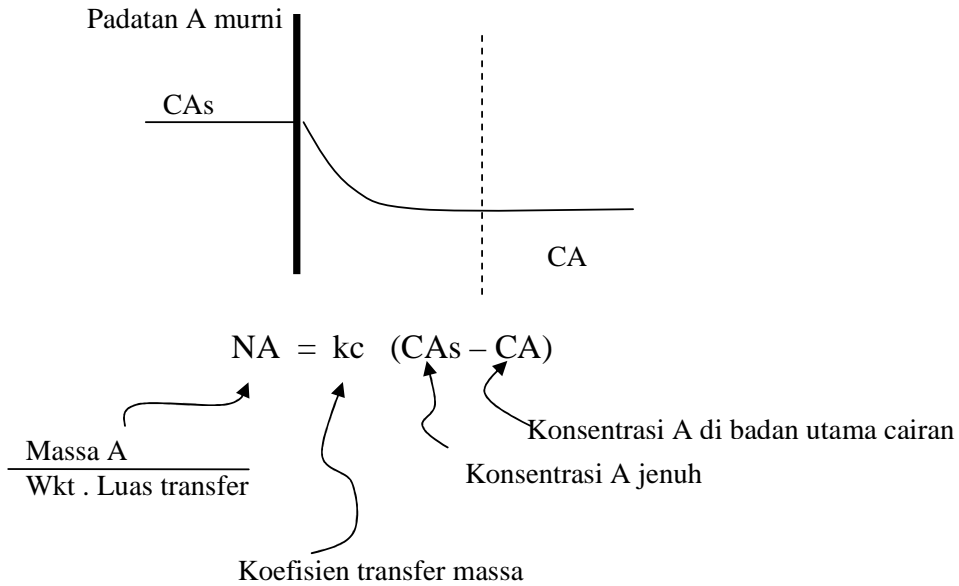
Arah transfer tergantung konsentrasi.

Contoh kasus ini :

- ✓ pelarutan gula dengan pengadukan.
- ✓ Penjerapan logam berat dalam arang.

Contoh lain??

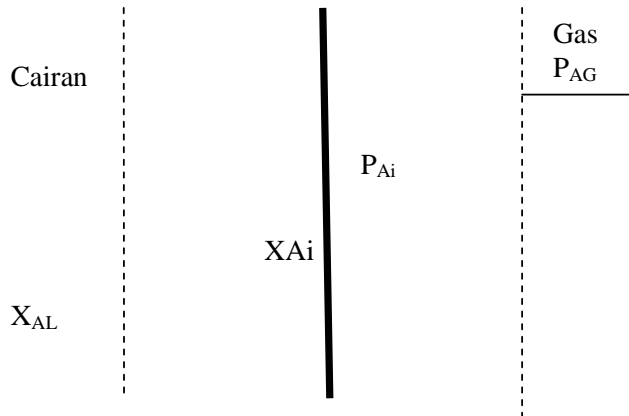
Kecepatan perpindahan solut (A) :



Nilai  $k_c$  tergantung dari sifat padatan, sifat fluida, geometri alat, kecepatan pengadukan;  $\frac{\text{satuan volum}}{\text{satuan waktu} \cdot \text{satuan luas transfer}}$

**c. TRANSFER MASSA ANTAR FASE DUA FILM**

Ditinjau transfer massa solut (A) dari fluida I ( gas) ke fluida II ( cairan).



1. transfer massa dari badan utama fase I ke permukaan antar fase.

$$N_A =$$

2. transfer massa antar fase dari antar fase ke badan utama fase II.

$$N_A =$$

3. di batas antar fase, tidak ada tahana, sehingga terjadi keseimbangan.

$$P_{Ai} = f (X_{Ai} ; \text{keseimbangan})$$

Perpindahan massa akan berlangsung selama ada perbedaan konsentrasi dilapisan film.

Jika konsentrasi di batas fase sudah sama dengan konsentrasi di badan utama, maka keadaan jenuh atau keseimbangan telah tercapai.

Dari uraian di atas, tampak bahwa hubungan keseimbangan menjadi sangat penting untuk diketahui. Hal ini dapat digunakan untuk menentukan profil konsentrasi di kedua fase.

### **HUBUNGAN KESEIMBANGAN ANTAR FASE**

Untuk memprediksi konsentrasi solut di masing-masing fase pada keadaan berkeseimbangan, maka perlu data keseimbangan berdasarkan hasil eksperimen.

Beberapa hubungan atau persamaan konsentrasi keseimbangan di kedua fase telah disajikan di buku-buku termodinamika.

Variabel-variabel yang mempengaruhi keseimbangan adalah T, P, dan konsentrasi.

#### **Contoh eksperimen menentukan data keseimbangan:**

Sistem  $\text{SO}_2$  - udara - air.

Fase I = udara, fase II = air, sedangkan solut =  $\text{SO}_2$ .

$\text{SO}_2$ , Udara, air dimasukkan dalam tempat tertutup, digoyang pada P, T tertentu sampai keadaan seimbang tercapai. Keadaan seimbang ditandai dengan tidak adanya perubahan konsentrasi terhadap waktu.

Jadi keadaan keseimbangan tercapai setelah kedua fase dikontakkan untuk waktu yang cukup lama. Kemudian dianalisis  $\text{SO}_2$  di udara (pA) dan  $\text{SO}_2$  di dalam air ( $X_A$ ). Hubungan keseimbangan:

$$H = \frac{P_A}{X_A}$$

Ingat kembali praktikum Kimia Fisika:

- distribusi asam asetat dalam air dan kerosin.
- Adsorpsi asam asetat.
- Kelarutan kristal fungsi T.

**Tugas :** Buatlah ringkasan praktikum yang pernah anda lakukan.

## HUBUNGAN KESEIMBANGAN FASE

### 1. GAS-CAIR

Hubungan keseimbangan : data kelarutan.

Sering dijumpai di operasi alat-alat transfer massa yang berdasarkan perbedaan kelarutan ( absorber, stripper).

### 2. CAIR-CAIR

Hubungan keseimbangan : data kelarutan.

Sering dijumpai di operasi ekstraksi cair-cair.

### 3. UAP-CAIR

Hubungan keseimbangan : titik didih, titik embun, tekanan uap, relatif volatilitas.

Banyak dijumpai di operasi distilasi, alat-alat pertukaran panas dengan perubahan fase ( HE; condenser, vaporiser).

### 4. PADAT –CAIR

Hubungan keseimbangan : data kelarutan.

Sering dijumpai di operasi adsorber, leaching.

Pada kuliah PMD akan dipelajari penggunaan data keseimbangan pada alat :

1. absorber dan stripper.
2. ekstraksi cair-cair.
3. distilasi.

### 1. GAS-CAIR

Hubungan keseimbangan : data kelarutan, hukum Henry.

$$p_A = H \cdot X_A$$

$p_A$  = tekanan parsial A di fase gas.

$X_A$  = fraksi mol A di fase cair.

H = konstanta keseimbangan Henry.

Contoh data : Wankat, p. 474 – 475.

Perry, 7th ed., table 2-121 s/d 2-144,  
pp. (2-125) - (2-128).

Sering dijumpai di operasi alat-alat transfer massa yang berdasarkan perbedaan kelarutan ( absorber, stripper).

**TABLE 6.2**

Henry's Constants for Gases in Water at 25°C

Gas	H (kPa m <sup>3</sup> mol <sup>-1</sup> )
Hydrogen	130
Helium	260
Carbon monoxide	100
Nitrogen	150
Oxygen	79
Carbon dioxide	2.9
Methane	71
Ethane	53
Propane	66
n-Butane	80