


# Kesetimbangan Kimia

 Kesetimbangan kimia terjadi pada reaksi kimia yang reversibel. Reaksi reversibel adalah reaksi yang di mana produk reaksi dapat bereaksi balik membentuk reaktan. Kesetimbangan kimia tercapai ketika laju reaksi maju sama dengan laju reaksi balik dan konsentrasi dari reaktan-reaktan dan produk-produk tidak berubah lagi.

## Reaksi bolak-balik

- a) Reaksi tidak dapat balik (ireversible)  
Contoh : perkaratan & pembakaran
- b) Reaksi dapat balik (reversible)  
Contoh : reaksi yang terjadi :  $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \rightleftharpoons \text{NH}_3$

## Keadaan kesetimbangan

- a) Ditandai oleh zat pereaksi & hasil reaksi seolah-olah reaksi sudah berhenti, tetapi secara mikroskopik reaksi masih berjalan dan pada saat setimbang jumlah zat sudah tidak berubah.
- b) Kesetimbangan kimia terjadi saat laju reaksi maju = laju reaksi balik  
 $V_1 = V_2$
- c) Kesetimbangan kimia bersifat dinamis (secara mikroskopis berjalan terus)

## Kesetimbangan Homogen & Heterogen

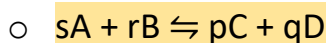
- a) Homogen :  $\text{N}_{2(g)} + 3\text{H}_{2(g)} \rightleftharpoons 2\text{NH}_{3(g)}$
- b) Heterogen :  $\text{CaCO}_{3(s)} \rightleftharpoons \text{CaO}_{(s)} + \text{CO}_{2(g)}$

## Kesetimbangan disosiasi

- a) Adalah peruraian zat menjadi lebih sederhana
- b) Yang berakhir dalam sistem tertutup berakhir dengan kesetimbangan disosiasi

$a = \frac{\text{Jumlah mol terdisosiasi}}{\text{jumlah mol mula-mula}}$	a = derajat disosiasi
--	-----------------------

## Tetapan Kesetimbangan



$$K_c = \frac{[C]^p \cdot [D]^q}{[A]^s \cdot [B]^r}$$

$$K_c = \frac{(M_{\text{produk}})^{\text{koef}}}{(M_{\text{reaktan}})^{\text{koef}}}$$

$K_c$  = Konstanta kesetimbangan pada suhu tetap

(A,B,C,D) = konsentrasi zat

(p,q,r,s) = Koefisien reaksi

$M_{\text{produk}}$  = Konsentrasi produk

$M_{\text{reaktan}}$  = Konsentrasi produk

\*  $K_c$  hanya untuk gas dan larutan

$$K_c \neq K_p$$

$$K_p = \frac{(P_C)^p \cdot [P_D]^q}{[P_A]^s \cdot [P_B]^r}$$

$K_p$  = Konstanta kesetimbangan pada tekanan tetap

( $P_C, P_D, P_B$ ) = Tekanan parsial masing-masing zat

(p,q,r,s) = Koefisien reaksi

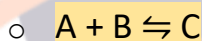
R = 0,082 L.atm/mol.K

T = Suhu (K)

$\Delta n$  = Jumlah koefisien zat produk – Jumlah koefisien zat reaktan

$$K_p = K_c(RT)^{\Delta n}$$

\*  $K_p$  hanya untuk gas



$P_{\text{total}} = P_A + P_B + P_C$  ;  $P_{\text{total}}$  = tekanan total disistem

=> Saat setimbang

	A	B	C
mol saat setimbang :	x mol	y mol	z mol

$P_A = \frac{x}{x+y+z} \cdot P_{\text{total}}$	$P_B = \frac{y}{x+y+z} \cdot P_{\text{total}}$	$P_C = \frac{z}{x+y+z} \cdot P_{\text{total}}$
--	--	--

$$P_n = \frac{\text{mol n saat setimbang}}{\text{Jumlah mol gas saat setimbang}} \cdot P_{\text{total}}$$

### Mengubah nilai $K_c$

- Reaksi dibalik  $\rightarrow K_c' = \frac{1}{K_c}$
- Reaksi dikali  $n \rightarrow K_c' = K_c^n$
- Reaksi dijumlah  $\rightarrow K_c' = K_{c1}, K_{c2}, \dots, K_{cn}$

### Meramal arah reaksi

Rumus  $Q_c = K_c$ , tetapi  $Q_c$  menggunakan konsentrasi mula-mula zat  
 Jika  $Q_c < K_c$ , reaksi berlangsung kekanan sampai setimbang  
 Jika  $Q_c = K_c$ , reaksi campuran setimbang  
 Jika  $Q_c > K_c$ , reaksi berlangsung ke kiri sampai setimbang

### Pergeseran Kesetimbangan

Faktor	Pergeseran
Konsentrasi ditambah Konsentrasi dikurang	Ke arah berlawanan Ke arah dikurangi
Suhu dinaikkan Suhu diturunkan	Ke arah Endoterm $\Delta H = (+)$ Ke arah Eksoterm $\Delta H = (-)$
Volume diperbesar = tekanan diperkecil Volume diperkecil = tekanan diperbesar	Ke koefisien gas yang besar Ke koefisien gas yang kecil
Katalis	Tidak menggeser kesetimbangan, hanya mempercepat mencapai kesetimbangan

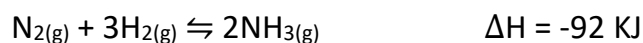
### Efek Pergeseran Kesetimbangan

- Kesetimbangan geser ke kanan  $\rightarrow$  produk  $\uparrow$ ; reaktan  $\downarrow$
- Kesetimbangan geser ke kiri  $\rightarrow$  produk  $\downarrow$ ; reaktan  $\uparrow$

Ket :  
 $\uparrow$  = naik ||  $\downarrow$  = turun

### Kesetimbangan dalam Industri

1) Pembuatan Amonia menurut proses Harber – Bosch



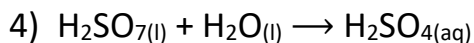
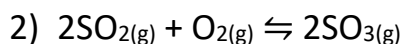
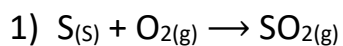
Kondisi produk optimal : (  $T = 500^\circ\text{C}$  ;  $P = 150 - 300 \text{ atm}$  )

- konsentrasi  $N_2$  &  $H_2 \uparrow$
- konsentrasi  $NH_3 \downarrow \rightarrow$
- Tekanan  $\uparrow$
- suhu rendah  $\rightarrow$

caranya dengan segera memisahkan amonia yang terbentuk kemudian didinginkan sehingga amonia menjadi cair

membuat reaksi berjalan sangat lambat sehingga perlu ditambahkan katalis berupa Fe dicampur  $Al_2O_3$

2) Pembuatan Asam sulfat menurut proses kontak reaksi yang terjadi :



— hanya reaksi (2) yang reversible sehingga yang dapat digeser kesetimbangannya hanya reaksi (2)

Kondisi produk optimal : (  $T = 500^{\circ}C$  ;  $P = 1 \text{ atm}$  )

— Konsentrasi  $SO_2$  &  $O_2 \uparrow$

— Tekanan  $\uparrow \rightarrow$

akan tetapi, pada tekanan 1 atm produknya sudah baik sehingga pada proses ini tekanan yang digunakan 1 atm

— Suhu rendah  $\rightarrow$

berjalan lambat, diperlukan katalis  $V_2O_5$

