



**Kampus
Merdeka**
INDONESIA JAYA

KIMIA (TFD203)

Pertemuan 10 – Persamaan Laju Reaksi dan Orde Laju Reaksi
– Reaksi reversible dan Reaksi irreversible

ALIFIA REVAN PRANANDA

Department of Electrical Engineering
Faculty of Engineering
Universitas Tidar

PENGERTIAN LAJU REAKSI

Persamaan laju reaksi pada umumnya tidak dapat dinyatakan dari persamaan reaksi biasa. Misal, terdapat sebuah persamaan reaksi sebagai berikut:



Rumus laju reaksi dari persamaan tersebut adalah

$$V = K[A]^x[B]^y$$

Dimana,

V = laju reaksi

K = tetapan laju reaksi

x = orde reaksi terhadap $[A]$

y = orde reaksi terhadap $[B]$

Jika terdapat $x + y$ maka hasilnya disebut sebagai orde total

APA ITU ORDE REAKSI ?

Bilangan pangkat dari factor konsentrasi dalam persamaan laju reaksi. Jika konsentrasi salah satu zat dinaikkan a kali dan ternyata laju reaksi naik b kali, maka:

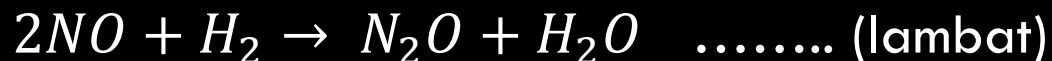
$$a^{\text{order}} = b$$

Cara menentukam orde reaksi:

1. Jika ada tahap-tahap reaksi, maka orde reaksi terhadap masing-masing zat adalah koefisien tahap yang paling lambat \rightarrow konsentrasi zat dinaikkan, konsentrasi zat lain dibuat tetap.

Contoh soal:

Reaksi $2H_2 + 2NO \rightarrow 2H_2O + N_2$ mempunyai tahap reaksi sebagai berikut:



$$\text{Orde total} = x + y = 2 + 1 = 3$$

Maka, rumus laju reaksinya $\rightarrow V = K[NO]^2[H_2]^1 \rightarrow$ diambil dari reaktan yang lambat

APA ITU ORDE REAKSI ?

Cara menentukam orde reaksi:

2. Orde reaksi terhadap suatu zat dapat ditentukan melalui suatu eksperimen.

Contoh soal:

Persamaan reaksi kimia $H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ memiliki data percobaan sebagai berikut:

No.	$[H_2]$	$[O_2]$	v
1	0,1	0,2	4
2	0,1	0,4	4
3	0,2	0,2	16

- Mencari orde H_2 (syarat: ambil data O_2 yang nilai Mol nya sama) \rightarrow data ke 1 dan 3.
- Sehingga data menjadi seperti tabel berikut:

No.	$[H_2]$	v
1	0,1	4
3	0,2	16

Dari data tersebut, terlihat Mol data ke-3 sama dengan 2 kali Mol pada data ke-1 sehingga dapat ditulis 2^x . Sedangkan laju reaksi data ke-3 sama dengan 4 kali data ke 1. maka: $2^x = 4$ maka $x = 2$.

APA ITU ORDE REAKSI ?

Cara menentukam orde reaksi:

2. Orde reaksi terhadap suatu zat dapat ditentukan melalui suatu eksperimen.

Contoh soal:

Persamaan reaksi kimia $H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ memiliki data percobaan sebagai berikut:

No.	$[H_2]$	$[O_2]$	v
1	0,1	0,2	4
2	0,1	0,4	4
3	0,2	0,2	16

- Langkah yang sama digunakan untuk mencari orde O_2 (syarat: ambil data H_2 yang nilai Mol nya sama) → data ke 1 dan 2.
- Sehingga data menjadi seperti tabel berikut:

No.	$[O_2]$	v
1	0,2	4
2	0,4	4

Dari data tersebut, terlihat Mol data ke-2 sama dengan 2 kali Mol pada data ke-1 sehingga dapat ditulis 2^y . Sedangkan laju reaksi data ke-2 sama dengan 1 kali data ke 1. maka: $2^y = 1$ maka $y = 0$.

APA ITU ORDE REAKSI ?

Cara menentukam orde reaksi:

2. Orde reaksi terhadap suatu zat dapat ditentukan melalui suatu eksperimen.

Contoh soal:

Persamaan reaksi kimia $H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$ memiliki data percobaan sebagai berikut:

No.	$[H_2]$	$[O_2]$	v
1	0,1	0,2	4
2	0,1	0,4	4
3	0,2	0,2	16

- Setelah diketahui nilai $x = 2$ dan $y = 0$, selanjutnya disusun rumus laju reaksi sebagai berikut:

$$V = K[A]^x[B]^y$$

$$V = K[H_2]^x[O_2]^y$$

$$V = K[H_2]^2[O_2]^0$$

$$V = K[H_2]^2 * (1)$$

$$V = K[H_2]^2$$

LATIHAN SOAL

Persamaan reaksi kimia $2NO + O_2 \rightarrow 2NO_2$ memiliki data percobaan sebagai berikut:

No	[NO]	[O ₂]	laju
1	0,0125 M	0,0255 M	0,0281 M.s ⁻¹
2	0,0125 M	0,0510 M	0,0561 M.s ⁻¹
3	0,0250 M	0,0255 M	0,1120 M.s ⁻¹

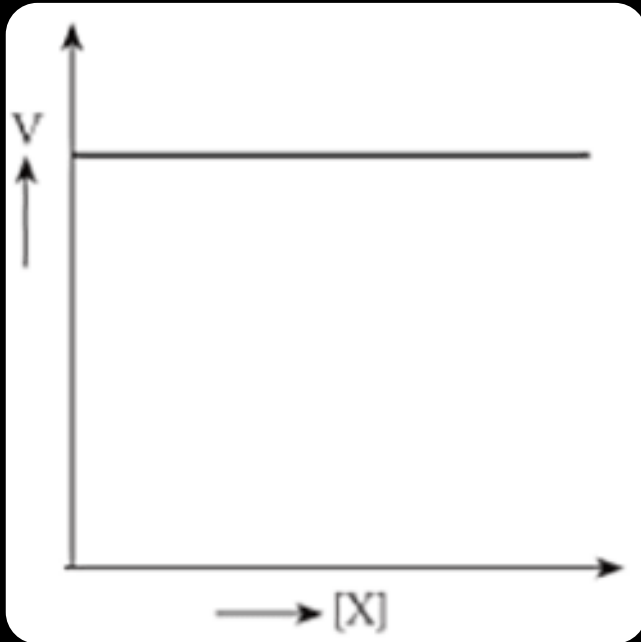
Tentukan:

- a) Orde NO
- b) Orde O₂
- c) Rumus laju reaksi
- d) Orde total

REAKSI ORDE NOL

Orde nol atau orde reaksi nol merupakan suatu reaksi dikatakan berorde nol terhadap salah satu pereaksinya apabila perubahan konsentrasi pereaksinya tidak memengaruhi laju reaksi.

Bila diplot konsentrasi suatu pereaksi (sumbu X) vs laju reaksi (v) maka akan didapat grafik :



Gambar di samping mengilustrasikan bagaimana laju reaksi (V) **tidak berubah** walaupun konsentrasi pereaksi X **semakin besar**.

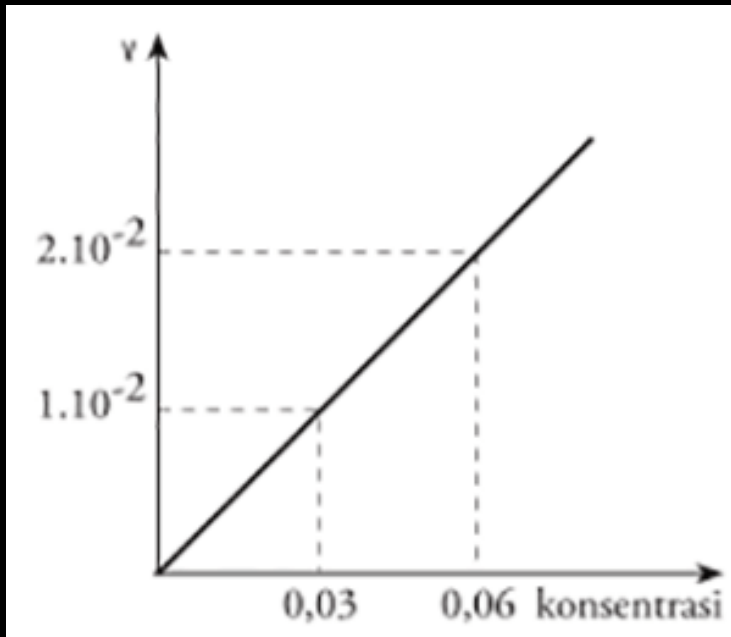
KESIMPULAN :

- Reaksi orde 0:
menaikkan/menurunkan konsentrasi tidak mempengaruhi laju reaksi

REAKSI ORDE SATU

Orde reaksi 1 atau suatu reaksi orde satu terhadap salah satu pereaksinya jika laju reaksinya berbanding lurus dengan konsentrasi pereaksi itu.

Sebagai contoh bila konsentrasi pereaksi dilipat-duakan, maka laju reaksi akan menjadi $2^1 = 2$ kali lipatnya. Bila diplot akan terbentuk kurva berikut:



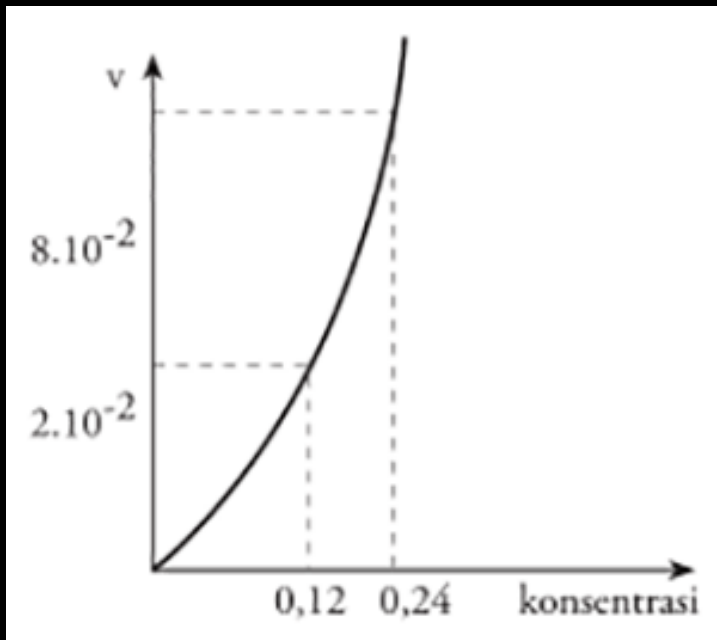
KESIMPULAN :

- Reaksi orde 1:
menaikkan konsentrasi 1x akan menaikkan laju reaksi 1x & sebaliknya.

REAKSI ORDE DUA

Suatu reaksi disebut berorde dua terhadap salah satu pereaksi, jika laju reaksi merupakan pangkat dua dari konsentrasi pereaksi itu.

Sebagai contoh bila konsentrasi pereaksi dilipat-duakan, maka laju reaksi akan menjadi $2^2 = 4$ kali lipatnya. Bila diplot akan didapat kurva berikut:



KESIMPULAN :

- ❑ Reaksi orde 2:
menaikkan konsentrasi 1 x akan menaikkan laju reaksi 2x & sebaliknya.



REAKSI IRREVERSIBLE, REVERSIBLE DAN KESETIMBANGAN

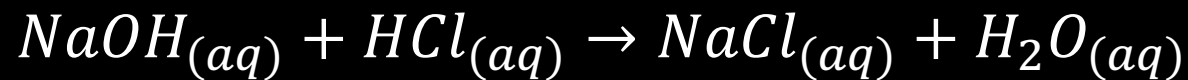
REAKSI IRREVERSIBLE

REAKSI SEARAH ATAU IRREVERSIBLE yaitu reaksi yang berlangsung dari arah reaktan ke produk pada sebuah proses kimia. Produk yang telah bereaksi tidak dapat bereaksi kembali menjadi zat-zat asalnya. Misalnya, Pada reaksi pembakaran, hasil pembakaran tidak dapat diubah menjadi zat semula (pereaksi).

Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- a) Persamaan reaksi ditulis dengan satu anak panah produk/kanan (\rightarrow);
- b) reaksi akan berhenti setelah salah satu atau semua reaktan habis;
- c) produk tidak dapat terurai menjadi zat-zat reaktan; dan
- d) reaksi berlangsung tuntas/berkesudahan.

Contoh reaksi searah:



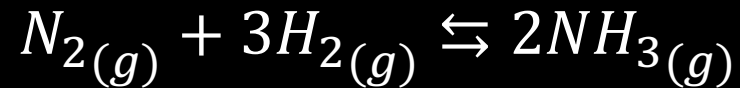
REAKSI REVERSIBLE

REAKSI DUA ARAH ATAU REVERSIBLE Reaksi dua arah atau reversible yaitu reaksi yang dapat berlangsung dari reaktan ke produk, dan juga sebaliknya, dari produk ke reaktan.

Ciri-ciri reaksi searah adalah:

- a) persamaan reaksi ditulis dengan dua anak panah dengan arah berlawanan (\rightleftharpoons); dan
- b) reaksi ke arah produk disebut reaksi maju, reaksi ke arah reaktan disebut reaksi balik.

Contoh reaksi searah:



REAKSI KESETIMBANGAN

KEADAAN SETIMBANG adalah apabila dalam suatu reaksi kimia, kecepatan reaksi ke arah produk sama dengan kecepatan reaksi ke arah pereaksi. Secara umum, reaksi kesetimbangan dapat dinyatakan sebagai berikut:



berdasarkan wujud zat-zat dalam keadaan setimbang, reaksi kesetimbangan kimia dibedakan menjadi dua, yaitu kesetimbangan homogen dan heterogen.

a. Kesetimbangan Homogen

Kesetimbangan homogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat satu wujud zat, misalnya gas atau larutan. Contoh:

1. $\text{N}_2 (\text{g}) + 3\text{H}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3 (\text{g})$
2. $2\text{SO}_3 (\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{SO}_2 (\text{g}) + \text{O}_2 (\text{g})$
3. $2\text{HCl} (\text{g}) + 1/2 \text{O}_2 (\text{g}) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{Cl}_2 (\text{g})$

b. Kesetimbangan Heterogen

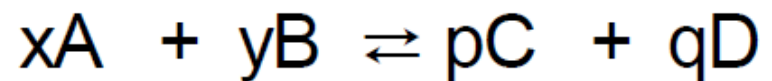
Kesetimbangan heterogen yaitu kesetimbangan kimia yang di dalamnya terdapat berbagai macam wujud zat, misalnya gas, padat, cair dan larutan. Contoh :

1. $\text{C} (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{g}) \rightleftharpoons \text{CO} (\text{g}) + \text{H}_2 (\text{g})$
2. $2\text{NaHCO}_3 (\text{s}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{CO}_3 (\text{s}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) + \text{CO}_2 (\text{g})$
3. $\text{HCO}_3^- (\text{aq}) + \text{H}_2\text{O} (\text{l}) \rightleftharpoons \text{CO}_3^{2-} (\text{aq}) + \text{H}_3\text{O}^+ (\text{aq})$

HUKUM KESETIMBANGAN & TETAPAN KESETIMBANGAN (K)

Menurut **HUKUM CATO GULDBERG DAN WAAGE** : “Dalam keadaan kesetimbangan pada suhu tetap, maka hasil kali konsentrasi zat-zat hasil reaksi dibagi dengan hasil kali konsentrasi pereaksi yang sisa di mana masing- masing konsentrasi itu dipangkatkan dengan koefisien reaksinya adalah tetap.”

Jika reaksi kesetimbangan dinyatakan sebagai :



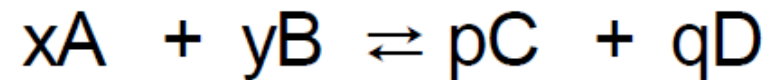
maka hubungan antara konsentrasi pereaksi dan produk reaksi dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$Q = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^x [B]^y}$$

Dimana Q adalah kuotion reaksi.

HUKUM KESETIMBANGAN & TETAPAN KESETIMBANGAN (K)

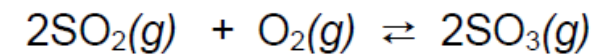
Pada keadaan setimbang, nilai Q adalah tetap dan inilah yang dikenal sebagai tetapan kesetimbangan K_c (subscript c menyatakan konsentrasi). Jadi tetapan kesetimbangan K_c dirumuskan sebagai berikut :



$$K_c = \frac{[C]^p [D]^q}{[A]^x [B]^y}$$

Contoh soal:

Tentukan rumus tetapan kesetimbangan K_c dari persamaan reaksi berikut :



$$\text{Jawab : } K_c = \frac{[SO_3]^2}{[SO_2]^2 [O_2]}$$

MAKNA TETAPAN KESETIMBANGAN

Nilai	Makna
$Q < K_c$	Reaksi berlangsung ke arah produk/ kanan
$Q > K_c$	Reaksi berlangsung ke arah reaktan/ kiri
$Q = K_c$	Reaksi setimbang

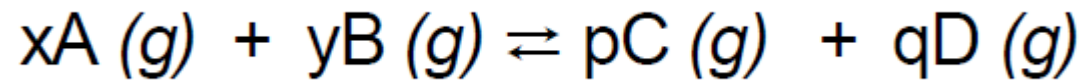
Semakin kecil K_c maka semakin sedikit pereaksi yang membentuk produk reaksi. Posisi kesetimbangan berada di kiri. Sebaliknya semakin besar K_c semakin banyak produk reaksi yang terbentuk. Posisi kesetimbangan berada di kanan

TETAPAN KESETIMBANGAN TEKanan PARSIAL

Tetapan kesetimbangan untuk sistem gas juga dapat dinyatakan berdasarkan tekanan parsial gas. Tetapan kesetimbangan yang berdasarkan tekanan parsial disebut tetapan kesetimbangan tekanan parsial dan dinyatakan dengan K_p .

Tetapan kesetimbangan tetapan gas dinyatakan sebagai hasil kali tekanan parsial gas – gas hasil reaksi dibagi dengan hasil kali tekanan parsial gas-gas pereaksi, masing-masing tekanan parsial gas dipangkatkan koefisiennya.

Sebagai contoh terdapat persamaan reaksi sebagai berikut:



Maka, nilai K_p dapat dicari dengan rumus berikut:

$$K_p = \frac{(p\text{C})^p (p\text{D})^q}{(p\text{A})^x (p\text{B})^y}$$

TETAPAN KESETIMBANGAN TEKanan PARSIAL

$$K_p = \frac{(p_C)^p (p_D)^q}{(p_A)^x (p_B)^y}$$

Keterangan:

K_p = Tetapan kesetimbangan tekanan gas

p_A = Tekanan parsial gas A (atm)

$$= \frac{\text{mol A}}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

p_B = Tekanan parsial gas B (atm)

$$= \frac{\text{mol B}}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

p_C = Tekanan parsial gas C (atm)

$$= \frac{\text{mol C}}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

p_D = Tekanan parsial gas D (atm)

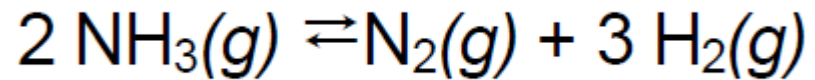
$$= \frac{\text{mol D}}{\text{mol total}} \times P_{\text{total}}$$

P_{total} = tekanan total

TETAPAN KESETIMBANGAN TEKanan PARSIAL

Contoh soal:

Dalam ruang 2 liter terdapat 5 mol gas amonia (NH₃) yang terurai sesuai reaksi berikut:



Pada keadaan setimbang terdapat 2 mol NH₃. Jika tekanan total 2 atm, tentukan harga K_p reaksi tersebut !

Jawaban:

Persamaan reaksi	=	$2\text{NH}_3(g) \rightleftharpoons \text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g)$	
Mol awal	=	5 mol	
Mol dalam keadaan setimbang	=	2 mol	
Mol terurai	=	3 mol ? ?	Koefisien H ₂ dibagi koefisien NH ₃ lalu dikali mol NH ₃

Didapat dari : mol NH₃ awal dikurangi mol NH₃ terurai

Koefisien N₂ dibagi koefisien NH₃ lalu dikali mol NH₃

$\frac{3}{2} * 3 \text{ mol} = 4,5 \text{ mol}$

$\frac{1}{2} * 3 \text{ mol} = 1,5 \text{ mol}$

TETAPAN KESETIMBANGAN TEKanan PARSIAL

Contoh soal:

Dari slide sebelumnya didapatkan data berikut:

Persamaan reaksi	=	$2NH_{3(g)} \rightleftharpoons N_{2(g)} + 3H_{2(g)}$
Mol awal	=	5 mol
Mol dalam keadaan setimbang	=	2 mol
Mol terurai	=	3 mol 1,5 mol 4,5 mol

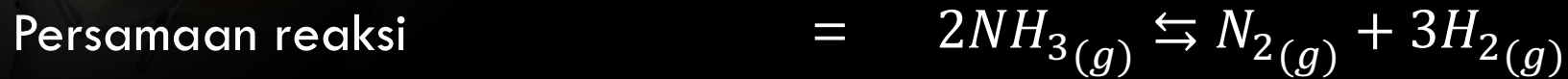
Mol dalam keadaan setimbang untuk $N_{2(g)}$ dan $3H_{2(g)}$ sama dengan mol terurai. Sehingga total mol dalam keadaan setimbang adalah $2 \text{ mol} + 1,5 \text{ mol} + 4,5 \text{ mol} = 8 \text{ mol}$.

Selanjutnya mencari K_p dengan persamaan berikut:

$$K_p = \frac{(pC)^p (pD)^q}{(pA)^x (pB)^y}$$

TETAPAN KESETIMBANGAN TEKanan PARSIAL

Contoh soal:



Mol dalam keadaan setimbang $= 2 \text{ mol} \quad 1,5 \text{ mol} \quad 4,5 \text{ mol}$

$$pNH_3 = \frac{2 \text{ mol}}{8 \text{ mol}} \times 2 \text{ atm} = 0,5 \text{ atm}$$

$$pN_2 = \frac{1,5 \text{ mol}}{8 \text{ mol}} \times 2 \text{ atm} = 0,375 \text{ atm}$$

$$pH_2 = \frac{4,5 \text{ mol}}{8 \text{ mol}} \times 2 \text{ atm} = 1,125 \text{ atm}$$



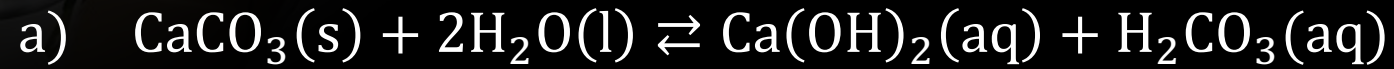
$$K_p = \frac{pN_2(pH_2)^3}{(pNH_3)^2}$$

$$K_p = \frac{(0,375)(1,125)^3}{(0,5)^2}$$

$$K_p = 2,135$$

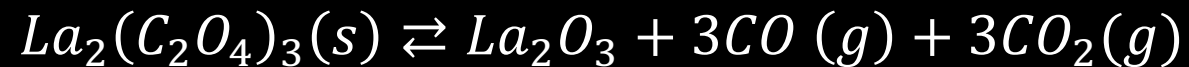
LATIHAN SOAL

1. Diketahui persamaan reaksi kesetimbangan sebagai berikut:



Tentukan persamaan Kc dari persamaan reaksi di atas!

2. Garam oksalat dimasukkan dalam bejana 10 liter, dan terurai menurut reaksi:



Pada suhu tetap, jika pada keadaan setimbang tekanan total = 0,4 atm, tentukan nilai Kp !



TERIMAKASIH