

# Lembar Kerja Peserta Didik

## Kesetimbangan Kimia

SMA NEGERI 1 BESUKI  
TAHUN PELAJARAN 2020/2021  
Untuk Kelas XI Semester Ganjil

### Konsep Kesetimbangan Dinamis dan Tetapan Kesetimbangan

#### Petunjuk Penggunaan:

1. Bacalah Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang tercantum dalam LKPD,
2. Setiap siswa dalam kelompok masing-masing mengeksplorasi (mencermati dan mendiskusikan dalam kelompok) bahan diskusi dalam LKPD,
3. Siswa yang telah menemukan jawaban dari pertanyaan bertanggung jawab untuk menjelaskan jawaban pada anggota kelompoknya,
4. Lakukanlah literasi untuk memperkuat konsep dan materi untuk menjawab pertanyaan dalam LKPD.

#### Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi

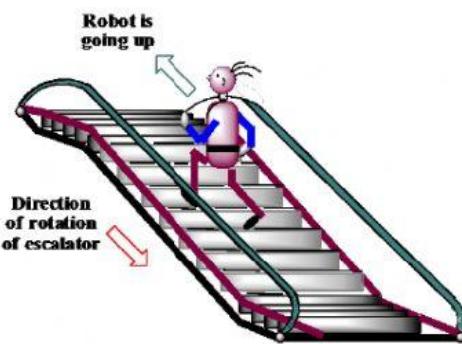
Kompetensi Dasar	
3.8 Menjelaskan reaksi kesetimbangan di dalam hubungan antara pereaksi dan hasil reaksi	
Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)	
- Indikator Inti:	
3.8.1 Menjelaskan konsep kesetimbangan dinamis	
3.8.2 Menyebutkan ciri-ciri terjadinya kesetimbangan dinamis	
3.8.3 Menjelaskan kesetimbangan homogen dan heterogen dan hubungannya dengan Tetapan Kesetimbangan	
3.8.4 Menentukan rumus $K_c$ dan $K_p$ untuk suatu reaksi kesetimbangan	
- Indikator Pengayaan:	
3.8.5 <b>Menganalisis</b> konsep kesetimbangan dinamis	
3.8.6 <b>Menganalisis</b> ciri-ciri terjadinya kesetimbangan dinamis	
3.8.7 <b>Menganalisis</b> kesetimbangan homogen dan heterogen serta hubungannya dengan Tetapan Kesetimbangan	
3.8.8 <b>Menganalisis</b> rumus $K_c$ dan $K_p$ untuk suatu reaksi kesetimbangan	

Kelompok : \_\_\_\_\_

Anggota : 1 \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_  
                  2 \_\_\_\_\_ 5 \_\_\_\_\_  
                  3 \_\_\_\_\_

**Aktivitas 1****1. Konsep Kesetimbangan Dinamis**

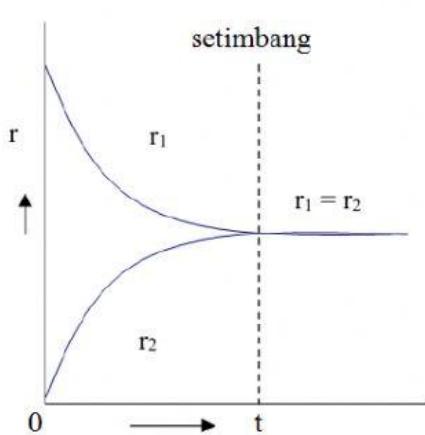
- 1) Dalam suatu gedung seseorang ingin naik ke lantai berikutnya dengan menggunakan eskalator untuk turun. Apakah dia bisa sampai ke lantai berikutnya?



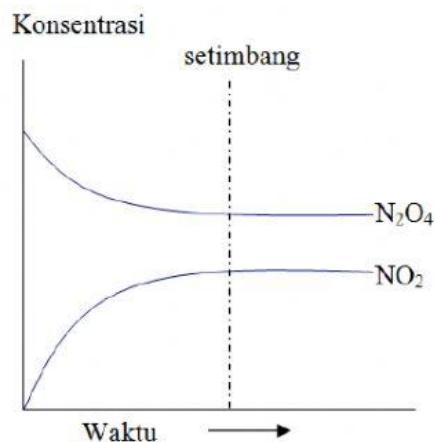
- 2) Apakah yang terjadi jika kecepatan jalan orang tersebut sama dengan kecepatan turun eskalator?

- 3) Salah satu contoh reaksi kesetimbangan adalah reaksi penguraian penguraian (dissosiasi) gas  $\text{N}_2\text{O}_4$  menjadi gas  $\text{NO}_2$  sebagai berikut:  $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2 \text{NO}_2(g)$

Berikut ini adalah kurva yang terjadi pada saat reaksi kesetimbangan tersebut berjalan:



Kurva hubungan laju reaksi (r) dan waktu



Kurva hubungan konsentrasi (C) dan waktu (t)

- a) Berdasarkan kurva, pada saat  $t$  setimbang (ditandai dengan garis vertikal putus-putus), bagaimanakah nilai  $r_1$  dan  $r_2$ ?

- b) Berdasarkan kurva, bagaimana nilai  $r_1$  dan  $r_2$  setelah melewati waktu  $t$  tersebut?

- c) Pada saat  $t$  setimbang (ditandai dengan garis vertikal putus-putus) bagaimanakah nilai konsentrasi  $\text{N}_2\text{O}_4$  dan  $\text{NO}_2$ ?

d) Bagaimana nilai konsentrasi  $\text{N}_2\text{O}_4$  dan  $\text{NO}_2$  setelah melewati waktu  $t$  tersebut?

4) Demikianlah terjadinya reaksi kesetimbangan. Untuk lebih memahami bagaimana proses reaksi kesetimbangan, silakan kalian tonton video 1 tentang simulasi reaksi kesetimbangan, kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

a) Analisislah bagaimana proses terjadinya reaksi kesetimbangan!

b) Analisislah apakah pada saat terjadi kesetimbangan reaksi telah berhenti berjalan!

Buatlah kesimpulan tentang terjadinya reaksi kesetimbangan!

#### Aktivitas 2

## 2. Ciri-Ciri Terjadinya Kesetimbangan Dinamis

Reaksi kesetimbangan tidak terjadi begitu saja, tetapi ada kondisi dan keadaan tertentu yang menyebabkan reaksi tersebut menjadi kesetimbangan. Untuk lebih memahami tentang ciri-ciri reaksi kesetimbangan, tontonlah video 2 tentang kesetimbangan fisik yang terjadi pada air dan uap air  $\text{H}_2\text{O}(l) \rightleftharpoons \text{H}_2\text{O}(g)$ , kemudian jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut!

a) Analisislah apa sajakah ciri-ciri terjadinya reaksi kesetimbangan dinamis!

b) Analisislah mengapa kesetimbangan dinamis hanya bisa terjadi pada sistem tertutup!

Buatlah kesimpulan tentang ciri-ciri terjadinya reaksi kesetimbangan!

### Aktivitas 3

#### 3. Tetapan kesetimbangan

Perhatikanlah data tabel di bawah ini! Tabel di bawah ini menunjukkan hasil data eksperimen untuk reaksi  $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$ , yaitu reaksi disosiasi gas  $\text{N}_2\text{O}_4$  seperti yang sudah kita bahas sebelumnya.

INITIAL CONCENTRATIONS (M)		EQUILIBRIUM CONCENTRATIONS (M)		RATIO OF CONCENTRATIONS AT EQUILIBRIUM	
[ $\text{NO}_2$ ]	[ $\text{N}_2\text{O}_4$ ]	[ $\text{NO}_2$ ]	[ $\text{N}_2\text{O}_4$ ]	[ $\text{NO}_2$ ] [ $\text{N}_2\text{O}_4$ ]	[ $\text{NO}_2$ ] <sup>2</sup> [ $\text{N}_2\text{O}_4$ ]
0.000	0.670	0.0547	0.643	0.0851	$4.65 \times 10^{-3}$
0.0500	0.446	0.0457	0.448	0.102	$4.66 \times 10^{-3}$
0.0300	0.500	0.0475	0.491	0.0967	$4.60 \times 10^{-3}$
0.0400	0.600	0.0523	0.594	0.0880	$4.60 \times 10^{-3}$
0.200	0.000	0.0204	0.0898	0.227	$4.63 \times 10^{-3}$

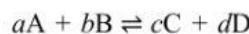
Tabel nilai perhitungan pada reaksi disosiasi  $\text{N}_2\text{O}_4$  (Sumber: Chang, 2008)

- a) Berdasarkan data pada tabel tersebut, analisislah hasil perhitungan yang menunjukkan nilai yang tetap!

- b) Berdasarkan jawaban pada poin a), analisislah rumus tetapan kesetimbangan untuk reaksi  $\text{N}_2\text{O}_4(g) \rightleftharpoons 2\text{NO}_2(g)$ !

$$K = \text{_____}$$

- c) Berdasarkan jawaban pada poin a) dan b), analisislah rumus tetapan kesetimbangan umum untuk reaksi:



Persamaan ini menghubungkan konsentrasi reaktan dan produk pada kesetimbangan yang dinyatakan dalam suatu kuantitas yang disebut **tetapan kesetimbangan atau konstanta kesetimbangan**. Dengan demikian konstanta kesetimbangan merupakan hasil kali konsentrasi ion dipangkatkan dengan koefisien dibagi dengan hasil kali konsentrasi reaktan dipangkatkan dengan koefisien.

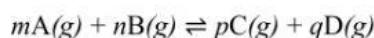
Tabel berikut ini membuktikan bahwa harga tetapan kesetimbangan pada suhu tertentu adalah tetap (konstan) untuk suatu percobaan.



Perc. ke-	[N <sub>2</sub> ]	[H <sub>2</sub> ]	[NH <sub>3</sub> ]	$\frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2][\text{H}_2]}$
1	$0,11 \times 10^{-3}$	$0,11 \times 10^{-3}$	$2,73 \times 10^{-7}$	0,0509
2	$0,25 \times 10^{-3}$	$0,55 \times 10^{-3}$	$4,58 \times 10^{-6}$	0,0504
3	$5,50 \times 10^{-1}$	$6,50 \times 10^{-1}$	$8,86 \times 10^{-2}$	0,0519
4	$2,50 \times 10^{-1}$	$7,50 \times 10^{-1}$	$7,40 \times 10^{-2}$	0,0519

Konsentrasi gas dalam suatu ruangan akan menentukan besarnya tekanan gas tersebut, tetapan kesetimbangan dapat dinyatakan dari harga tekanan parsial masing-masing gas pada saat setimbang. Agar kita dapat membedakan, maka untuk selanjutnya tetapan kesetimbangan yang berasal dari konsentrasi disebut  $K_c$  sedangkan yang diperoleh dari tekanan parsial masing – masing gas disebut  $K_p$ .

Jadi, bila ada reaksi sebagai berikut.



Bagaimanakah persamaan  $K_p$ ?

$$K_p = \frac{(P_C)^p \cdot (P_D)^q}{(P_A)^m \cdot (P_B)^n}$$

**Keterangan :**

(P<sub>A</sub>); (P<sub>B</sub>); (P<sub>C</sub>); (P<sub>D</sub>) = tekanan parsial tiap-tiap gas

P<sub>A</sub> + P<sub>B</sub> + P<sub>C</sub> + P<sub>D</sub> = tekanan total ruangan

$$P_{\text{parsial gas}} = \frac{\text{mol gas}}{\text{jumlah mol total}} \times P_{\text{total gas}}$$

### a) Kesetimbangan homogen dan heterogen

Perhatikan persamaan reaksi yang ada di bawah ini!

1.  $\text{PCl}_5(g) \rightleftharpoons \text{PCl}_3(g) + \text{Cl}_2(g)$
2.  $\text{N}_2(g) + 3\text{H}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(g)$
3.  $2\text{SO}_2(g) + \text{O}_2(g) \rightleftharpoons 2\text{SO}_3(g)$
4.  $\text{CaCO}_3(s) \rightleftharpoons \text{CaO}(s) + \text{CO}_2(g)$
5.  $\text{Fe}_2\text{O}_3(s) + 3\text{CO}(g) \rightleftharpoons 2\text{Fe}(s) + \text{CO}_2(g)$

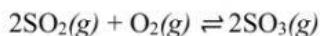
Persamaan reaksi 1,2 dan 3 membentuk **kesetimbangan homogen**, sedangkan reaksi 4 dan 5 membentuk **kesetimbangan heterogen**.

Analisislah apakah yang dimaksud kesetimbangan homogen dan heterogen?

Berdasarkan fase-fase dari zat-zat pereaksi dan produk reaksi, kesetimbangan dapat dibedakan menjadi kesetimbangan homogen dan kesetimbangan heterogen.

## 1. Kesetimbangan homogen

Terjadi reaksi homogen seperti berikut ini:



Maka rumus tetapan kesetimbangannya:  $K_c = \dots$

dan  $K_p$  untuk reaksi diatas adalah  $K_p = \dots$

## 2. Kesetimbangan heterogen

Perhatikan tabel berikut!

Persamaan Reaksi	Tetapan Kesetimbangan
1. $\text{CaCO}_3(\text{s}) \rightleftharpoons \text{CaO}(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$	$K_c = [\text{CO}_2]$
2. $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$	$K_c = [\text{H}_2]^4$
3. $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$	$K_c = \frac{[\text{Fe}^{2+}]}{[\text{Ag}^+][\text{Fe}^{2+}]}$

Analisislah fase-fase apa saja yang dituliskan dan tidak dituliskan dalam menentukan tetapan kesetimbangan ( $K_c$ ) pada ketiga reaksi diatas!

Apakah yang dapat kalian simpulkan tentang penulisan  $K_c$  pada kesetimbangan heterogen?

### Soal Latihan

Agar lebih memahami tentang tetapan kesetimbangan  $K_c$  dan  $K_p$ , kerjakanlah soal berikut ini:

1. Tulislah persamaan tetapan kesetimbangan ( $K_c$ ) untuk reaksi berikut:

- $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$
- $\text{Ag}^+(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{Ag}(\text{s}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq})$
- $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SCN}^-(\text{aq}) \rightleftharpoons \text{FeSCN}^-(\text{aq})$

2. Tulislah persamaan tetapan kesetimbangan tekanan ( $K_p$ ) untuk reaksi berikut:

- $3\text{Fe}(\text{s}) + 4\text{H}_2\text{O}(\text{l}) \rightleftharpoons \text{Fe}_3\text{O}_4(\text{s}) + 4\text{H}_2(\text{g})$
- $\text{Na}_2\text{CO}_3(\text{s}) + \text{SO}_2(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightleftharpoons \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{s}) + \text{CO}_2(\text{g})$