

# KESETIMBANGAN-2

## Part I

### Definisi

1. Pergeseran kesetimbangan : Bila pada sistem kesetimbangan diadakan aksi, maka sistem akan mengadakan reaksi sedemikian rupa sehingga pengaruh aksi itu menjadi sekecil-kecilnya.
2. Aplikasi kesetimbangan : Penerapan konsep kesetimbangan pada proses-proses industri untuk mendapatkan hasil optimal, terutama pada proses pembuatan amonia dan asam sulfat.

## Part II

### Kesetimbangan 2

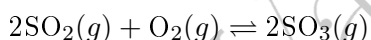
#### 1 Pergeseran Kesetimbangan

Suatu reaksi kesetimbangan mempunyai sifat berlangsung dua arah dan dinamis. Ketika ada pengaruh dari luar, sistem akan mengadakan aksi, yaitu pergeseran reaksi untuk mengurangi pengaruh tersebut. Prinsip ini disebut juga asas Le Chatelier.

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi sistem kesetimbangan adalah

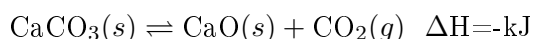
##### 1. Perubahan Konsentrasi

Perubahan konsentrasi terjadi karena konsentrasi pereaksi ditambah atau dikurangi. Sistem reaksi akan meminimalisir perubahan konsentrasi untuk menjaga kesetimbangan. Apabila konsentrasi pereaksi ditambah, reaksi bergeser ke kanan atau ke arah produk. Sedangkan jika konsentrasi pereaksi dikurangi, reaksi bergeser ke arah kiri atau ke arah pereaksi, sehingga konsentrasi pereaksi bertambah.



Jika konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$  ditambah, maka kesetimbangan bergeser ke arah  $\text{SO}_3$  (kanan). Sebaliknya, jika konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$  dikurangi, kesetimbangan bergeser ke arah  $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$  (kiri), sehingga konsentrasi  $\text{SO}_2$  dan  $\text{O}_2$  bertambah dan terbentuk kesetimbangan baru.

##### 2. Pengaruh Suhu



Berdasarkan reaksi di atas, maka reaksi ke kanan merupakan reaksi eksoterm dan yang ke kiri merupakan reaksi endoterm.

Pada reaksi tersebut, jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi maju ke arah produk (ke arah yang melepaskan kalor) dan sebaliknya apabila suhu dinaikkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah kiri (arah yang menyerap kalor)

##### 3. Perubahan Tekanan atau volume

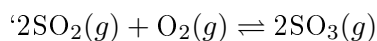
Perubahan tekanan atau volume hanya akan mempengaruhi reaksi zat-zat dalam fasa gas.

Tekanan disebabkan oleh tumbukan molekul-molekul gas pada dinding wadah, semakin banyak jumlah molekul maka tekanan akan semakin besar. Reaksi dapat bergerak untuk memperbanyak molekul juga dapat mengurangi jumlah molekul.

Kesetimbangan akan bergerak ke arah pembentukan molekul yang lebih sedikit jika tekanan diperbesar/volume diperkecil untuk menyesuaikan dengan ruang wadah yang tersedia sedangkan sebaliknya jika tekanan diturunkan/volume diperbesar akan terjadi pergeseran ke arah pembentukan molekul yang lebih banyak.

Dengan demikian dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Jika tekanan diperbesar/ volume diperkecil, kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya lebih kecil (vocol mocil)
- Jika tekanan diperkecil/volume diperbesar, kesetimbangan akan bergeser ke arah komponen yang jumlah molnya lebih besar (vosar mosar)



Pada reaksi di atas bila tekanan diperbesar / volume diperkecil maka reaksi bergeser ke kanan (lebih sedikit jumlah gas) dan sebaliknya bila tekanan diperkecil/ volume diperbesar reaksi bergeser ke kiri (lebih banyak jumlah gas)

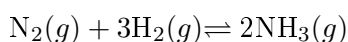
**Note:** Katalis tidak mempengaruhi pergeseran kesetimbangan, hanya mempercepat reaksi mencapai kesetimbangan.

## 2 Aplikasi Kesetimbangan

Dalam industri, bahan-bahan kimia ada yang dihasilkan melalui reaksi-reaksi kesetimbangan. Misalnya industri pembuatan ammonia dan pembuatan asam sulfat. Masalah yang dihadapi adalah bagaimana memperoleh hasil yang berkualitas tinggi dalam jumlah banyak dengan menggunakan proses efisien dan efektif. Untuk memecahkan masalah tersebut, pengetahuan tentang kesetimbangan kimia sangat diperlukan.

### 1. Pembuatan Amonia

Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) merupakan senyawa nitrogen yang banyak digunakan sebagai bahan dasar pembuatan pupuk (Urea dan ZA), serat sintetik (nilon dan sejenisnya), dan bahan peledak TNT (trinitro toluena). Pembuatan ammonia yang dikemukakan oleh *Fritz Haber* (1905), prosesnya disebut Proses *Haber-Bocsh*. Reaksi yang terjadi ditulis sebagai berikut.

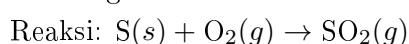


Untuk proses ini, gas  $\text{N}_2$  diperoleh dari hasil penyulingan udara, sedangkan gas  $\text{H}_2$  diperoleh dari hasil reaksi antara gas alam dengan air. Pada suhu kamar, reaksi ini berlangsung sangat lambat maka untuk memperoleh hasil yang maksimal, reaksi dilakukan pada suhu tinggi, tekanan tinggi, dan diberi katalis besi. Reaksi pembentukan amoniak merupakan reaksi eksoterm. Menurut Le Chatalier kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{NH}_3$  jika suhu rendah. Masalahnya adalah katalis besi hanya berfungsi efektif pada suhu tinggi, akibatnya pembentukan ammonia berlangsung lama pada suhu rendah. Berdasarkan pertimbangan ini prosesnya dilakukan pada suhu tinggi  $\pm 450^\circ\text{C}$  (suhu optimum) agar reaksi berlangsung cepat sekalipun dengan risiko kesetimbangan akan bergeser ke arah  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$ . Untuk mengimbangi pergeseran ke arah  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$  oleh suhu tinggi, maka digunakan tekanan tinggi antara 200-400 atm. Untuk membuat molekul-molekul semakin rapat sehingga tabrakan molekul semakin sering. Dengan kondisi yang dianggap optimum ternyata gas  $\text{NH}_3$  yang dapat dipisahkan baru dapat mencapai  $\pm 15\%$ . Campuran gas kemudian didinginkan sehingga gas  $\text{NH}_3$  mencair. Gas  $\text{N}_2$  dan  $\text{H}_2$  yang tidak bereaksi kemudian dialirkan kembali ke proses awal agar bereaksi lagi membentuk  $\text{NH}_3$ .

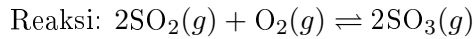
### 2. Pembuatan Asam Sulfat

Salah satu cara pembuatan asam sulfat secara industri yang produknya cukup besar adalah dengan proses kontak. Beberapa kegunaan asam sulfat diantaranya adalah untuk bahan pembuatan pupuk, deterjen, cat kuku, zat warna, fiber, pembuatan plastik, digunakan dalam industri logam dan untuk pengisi aki. Bahan yang digunakan pada proses ini adalah belerang dan prosesnya berlangsung sebagai berikut.

(a) Belerang dibakar di udara akan bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan gas belerang dioksida.



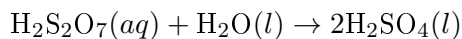
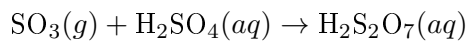
- (b) Belerang dioksida direaksikan lagi dengan oksigen dan dihasilkan belerang trioksida.



Dalam proses pembuatan asam sulfat ini, yang melibatkan reaksi kesetimbangan hanya reaksi pada tahap ini. Reaksi ini berlangsung sangat lambat, sehingga harus diberi katalis. Katalis yang digunakan adalah vanadium (V) oksida ( $\text{V}_2\text{O}_5$ ). Menurut kesetimbangan di atas, makin rendah suhunya makin banyak  $\text{SO}_3$  yang dihasilkan. Akan tetapi, sama seperti pembuatan amonia, pada suhu rendah reaksi berjalan lambat. Dengan memperhitungkan faktor-faktor waktu dan hasil, dipilih suhu  $400\text{ }^\circ\text{C}$  karena hasil yang diperoleh pada suhu ini kira-kira 98%. Itulah sebabnya reaksi ini tidak perlu dilaksanakan pada tekanan tinggi.

- (c)  $\text{SO}_3$  yang dihasilkan dipisahkan, direaksikan dengan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat sehingga terjadi asam piro-sulfat. Asam piro-sulfat akan direaksikan dengan air sampai menghasilkan asam sulfat.

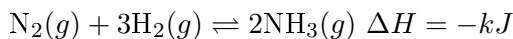
Reaksi:



### Part III

## Contoh Soal dan Pembahasan

1. Pada reaksi kesetimbangan :



Mana saja yang akan menyebabkan terbentuknya lebih banyak amonia?

- (a) Tekanan diperkecil
- (b) Suhu diturunkan
- (c) Penambahan gas amonia
- (d) Penambahan katalis
- (e) Volume diperbesar

Jawaban

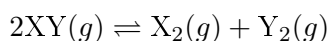
Tekanan diperkecil / volume diperbesar, vosar mosar, maka reaksi akan bergeser ke ruas kiri yang mempunyai lebih banyak molekul.

Pada reaksi ke kanan merupakan reaksi eksoterm , jika suhu diturunkan, kesetimbangan akan bergeser ke arah reaksi eksoterm (ke arah yang melepaskan kalor)

Penambahan amonia tentu akan menggeser reaksi ke kiri, katalis tidak mempengaruhi kesetimbangan.

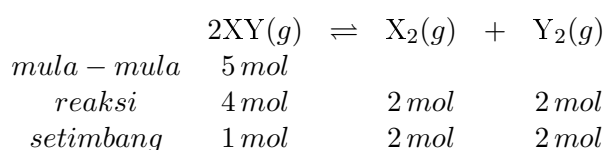
Hanya B.

2. 5 mol XY dimasukkan ke dalam wadah dengan volume 2 liter, dan terurai menjadi



Pada saat kesetimbangan tercapai masih ada 2 mol XY. Jika pada kesetimbangan tersebut dimasukkan 0,1 mol XY, tentukan komposisi zat-zat yang terlibat reaksi pada kesetimbangan yang baru.

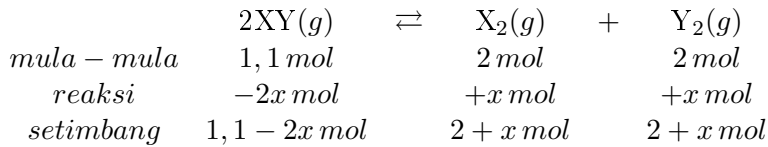
Jawaban



Dari kesetimbangan ini, dapat ditentukan nilai  $K_c$

$$\begin{aligned}
 K_c &= \frac{[X_2][Y_2]}{[XY]^2} \\
 &= \frac{\left(\frac{2}{2}\right)^2 \left(\frac{2}{2}\right)}{\left(\frac{1}{2}\right)^2} \\
 &= 4
 \end{aligned}$$

Dengan penambahan 0,1 mol XY, reaksi kesetimbangan akan bergeser ke kanan, sehingga



$$\begin{aligned}
 K_c &= \frac{[X_2][Y_2]}{[XY]^2} \\
 4 &= \frac{\left(\frac{2+x}{2}\right)\left(\frac{2+x}{2}\right)}{\left(\frac{1,1-2x}{2}\right)^2} \\
 2 &= \frac{\left(\frac{2+x}{2}\right)}{\left(\frac{1,1-2x}{2}\right)} \\
 x &= 0,24
 \end{aligned}$$

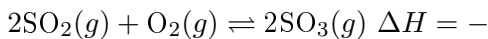
Jadi komposisi pada saat setimbang adalah:

$$XY = 1,1 - 2(0,24) = 0,62 \text{ mol}$$

$$X_2 = 2 + 0,24 = 2,24 \text{ mol}$$

$$Y_2 = 2 + 0,24 = 2,24 \text{ mol}$$

3. Salah satu proses pembuatan asam sulfat adalah pembentukan  $SO_3$ ,



Mana sajakah yang akan terjadi jika digunakan suhu yang lebih tinggi dari seharusnya?

- (a) hasil  $SO_3$  maksimal
- (b) hanya jumlah  $O_2$  bertambah
- (c) jumlah  $SO_2$  dan  $O_2$  bertambah
- (d) jumlah  $SO_2$  berkurang
- (e) tidak ada pengaruh pada reaksi kesetimbangan

Jawaban

Jika suhu tinggi berarti kita menambahkan kalor atau memberikan kalor, berarti harus bergeser ke zat yang memerlukan (zat endoterm), berarti reaksi setimbang geser ke kiri yang artinya  $SO_2$  dan  $O_2$  bertambah dan  $SO_3$  berkurang.

Sehingga hanya pernyataan C yang tepat.