

## Soal Essay Kimia Larutan dan Stoikiometri

**Petunjuk:** Kerjakan soal-soal di bawah ini dengan jelas dan lengkap!

---

### Soal 1:

Sebanyak 100 mL larutan  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M dicampurkan dengan 50 mL larutan  $\text{NaOH}$  0,1 M. Jika diketahui  $K_a \text{CH}_3\text{COOH} = 1 \times 10^{-5}$ , hitunglah pH campuran tersebut!

---

---

### Jawaban Soal 1:

Ini adalah reaksi antara asam lemah ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) dengan basa kuat ( $\text{NaOH}$ ). Pertama, kita hitung mol masing-masing reaktan.

- Mol  $\text{CH}_3\text{COOH} = \text{Volume} \times \text{Molaritas} = 0,100 \text{ L} \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,01 \text{ mol}$
- Mol  $\text{NaOH} = \text{Volume} \times \text{Molaritas} = 0,050 \text{ L} \times 0,1 \text{ mol/L} = 0,005 \text{ mol}$

Reaksi yang terjadi:  $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq}) + \text{NaOH}(\text{aq}) \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l})$

Kita buat tabel reaksi (ICE table) dalam mol:

	$\text{CH}_3\text{COOH}$	$\text{NaOH}$	$\text{CH}_3\text{COONa}$	$\text{H}_2\text{O}$
Awal (mol)	0,01	0,005	0	-
Reaksi (mol)	-0,005	-0,005	+0,005	+0,005
Sisa (mol)	0,005	0	0,005	0,005

Ekspor ke Spreadsheet

Setelah reaksi, tersisa asam lemah  $\text{CH}_3\text{COOH}$  (0,005 mol) dan terbentuk garamnya  $\text{CH}_3\text{COONa}$  (0,005 mol) yang mengandung basa konjugasi  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ . Campuran ini membentuk **larutan penyangga asam**.

Volume total campuran = 100 mL + 50 mL = 150 mL = 0,15 L. Konsentrasi setelah reaksi:

- $[\text{CH}_3\text{COOH}] = 0,005 \text{ mol} / 0,15 \text{ L} \approx 0,0333 \text{ M}$
- $[\text{CH}_3\text{COO}^-] \text{ (dari } \text{CH}_3\text{COONa)} = 0,005 \text{ mol} / 0,15 \text{ L} \approx 0,0333 \text{ M}$

Kita gunakan persamaan Henderson-Hasselbalch:  $\text{pH} = \text{pK}_a + \log ([\text{Basa Konjugasi}] / [\text{Asam Lemah}])$

$$\text{pK}_a = -\log K_a = -\log (1 \times 10^{-5}) = 5$$

$$\text{pH} = 5 + \log (0,0333 \text{ M} / 0,0333 \text{ M}) \text{ pH} = 5 + \log (1) \text{ pH} = 5 + 0 \text{ pH} = 5$$

Jadi, pH campuran tersebut adalah 5. 👍

---

### Soal 2:

Hitunglah pH dari 200 mL larutan yang mengandung 0,02 mol  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dan 0,01 mol  $\text{NH}_3$ . ( $K_b \text{ NH}_3 = 1 \times 10^{-5}$ )

---

### Jawaban Soal 2:

Larutan ini mengandung basa lemah ( $\text{NH}_3$ ) dan asam konjugasinya ( $\text{NH}_4^+$  dari  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ). Ini merupakan **larutan penyangga basa**.

Konsentrasi masing-masing komponen dalam 200 mL (0,2 L) larutan:

- $[\text{NH}_3] = 0,01 \text{ mol} / 0,2 \text{ L} = 0,05 \text{ M}$
- $[\text{NH}_4^+] = 0,02 \text{ mol} / 0,2 \text{ L} = 0,1 \text{ M}$

Kita bisa menggunakan persamaan Henderson-Hasselbalch untuk basa, atau menghitung  $[\text{OH}^-]$  terlebih dahulu.

Menggunakan rumus konsentrasi ion hidroksida untuk penyangga basa:  $[\text{OH}^-] = K_b \times ([\text{Basa Lemah}] / [\text{Asam Konjugasi}])$   
 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-5} \times (0,05 \text{ M} / 0,1 \text{ M})$   
 $[\text{OH}^-] = 1 \times 10^{-5} \times 0,5$   
 $[\text{OH}^-] = 0,5 \times 10^{-5} \text{ M} = 5 \times 10^{-6} \text{ M}$

Selanjutnya, hitung pOH:  $\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$   
 $\text{pOH} = -\log (5 \times 10^{-6})$   
 $\text{pOH} = 6 - \log 5$   
 $\text{pOH} \approx 6 - 0,699$   
 $\text{pOH} \approx 5,301$

Terakhir, hitung pH:  $\text{pH} = 14 - \text{pOH}$   
 $\text{pH} = 14 - 5,301$   
 **$\text{pH} \approx 8,699$**

Jadi, pH larutan tersebut adalah sekitar **8,70**.

---

### Soal 3:

Setarakan reaksi redoks berikut dengan metode bilangan oksidasi dalam suasana basa:  $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{IO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$

---

### Jawaban Soal 3:

Reaksi:  $\text{Cr}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{IO}_3^-(\text{aq}) \rightarrow \text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq})$  (suasana basa)

**Langkah 1: Tentukan bilangan oksidasi (BO) atom-atom yang mengalami perubahan.**

- Cr dalam  $\text{Cr}(\text{OH})_3$ :  $\text{BO Cr} + 3(\text{BO O}) + 3(\text{BO H}) = 0$   
 $\text{BO Cr} + 3(-2) + 3(+1) = 0$   
 $\text{BO Cr} - 6 + 3 = 0$   
 $\text{BO Cr} = +3$
- Cr dalam  $\text{CrO}_4^{2-}$ :  $\text{BO Cr} + 4(\text{BO O}) = -2$   
 $\text{BO Cr} + 4(-2) = -2$   
 $\text{BO Cr} - 8 = -2$   
 $\text{BO Cr} = +6$  (Cr mengalami oksidasi, naik 3)
- I dalam  $\text{IO}_3^-$ :  $\text{BO I} + 3(\text{BO O}) = -1$   
 $\text{BO I} + 3(-2) = -1$   
 $\text{BO I} - 6 = -1$   
 $\text{BO I} = +5$
- I dalam  $\text{I}^-$ :  $\text{BO I} = -1$  (I mengalami reduksi, turun 6)

**Langkah 2: Samakan jumlah kenaikan dan penurunan bilangan oksidasi.**

- Kenaikan BO Cr = +3 (dari +3 ke +6)
- Penurunan BO I = -6 (dari +5 ke -1) Agar sama, kalikan perubahan BO Cr dengan 2. Ini berarti koefisien  $\text{Cr(OH)}_3$  dan  $\text{CrO}_4^{2-}$  dikalikan 2.  $2\text{Cr(OH)}_3 + \text{IO}_3^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}^-$

**Langkah 3: Setarakan muatan dengan menambahkan  $\text{OH}^-$  (karena suasana basa).**

- Muatan di kiri =  $2(0) + (-1) = -1$
- Muatan di kanan =  $2(-2) + (-1) = -4 - 1 = -5$  Untuk menyetarakan muatan, tambahkan 4  $\text{OH}^-$  di sisi kanan (karena -1 lebih besar dari -5, selisihnya 4). Atau bisa juga tambahkan 4  $\text{OH}^-$  di sisi kiri, lalu hitung ulang. Lebih mudah menambahkan ke sisi yang lebih negatif untuk membuatnya sama dengan sisi yang lebih positif, atau sebaliknya. Agar muatan kiri (-1) menjadi sama dengan muatan kanan (-5), kita perlu menambahkan 4  $\text{OH}^-$  ke sisi kiri (jika ingin menaikkan sisi kanan ke -1) atau 4  $\text{OH}^-$  ke sisi kanan jika ingin menurunkan muatan kiri. Metode umum: tambahkan  $\text{OH}^-$  ke sisi yang muatannya lebih positif untuk menyamakan dengan sisi yang lebih negatif, atau sebaliknya. Muatan kiri = -1, muatan kanan = -5. Selisih muatan =  $(-1) - (-5) = +4$ . Karena suasana basa, tambahkan 4  $\text{OH}^-$  di sisi kiri.  $2\text{Cr(OH)}_3 + \text{IO}_3^- + 4\text{OH}^- \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-} + \text{I}^-$

Muatan kiri sekarang =  $0 + (-1) + 4(-1) = -5$ . Muatan kanan =  $2(-2) + (-1) = -5$ . (Muatan sudah setara)

**Langkah 4: Setarakan atom hidrogen dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{O}$ .**

- Atom H di kiri =  $2 \times 3$  (dari  $\text{Cr(OH)}_3$ ) + 4 (dari  $\text{OH}^-$ ) =  $6 + 4 = 10$
- Atom H di kanan = 0 Tambahkan 5 $\text{H}_2\text{O}$  di sisi kanan:  $2\text{Cr(OH)}_3(\text{s}) + \text{IO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$

**Langkah 5: Periksa kesetaraan atom oksigen.**

- Atom O di kiri =  $2 \times 3$  (dari  $\text{Cr(OH)}_3$ ) + 3 (dari  $\text{IO}_3^-$ ) + 4 (dari  $\text{OH}^-$ ) =  $6 + 3 + 4 = 13$
- Atom O di kanan =  $2 \times 4$  (dari  $\text{CrO}_4^{2-}$ ) + 5 (dari  $\text{H}_2\text{O}$ ) =  $8 + 5 = 13$  (Atom O sudah setara)

Jadi, reaksi yang sudah setara adalah:  $2\text{Cr(OH)}_3(\text{s}) + \text{IO}_3^-(\text{aq}) + 4\text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2\text{CrO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{I}^-(\text{aq}) + 5\text{H}_2\text{O}(\text{l})$