

PENYETARAAN REAKSI REDOKS

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar 1. Penggunaan pemutih pada kegiatan mencuci pakaian (Sumber : <https://www.suara.com>)

Hal apa yang terpikirkan oleh kalian? Bahan apakah yang biasa digunakan pada kegiatan tersebut? Mengapa bahan tersebut digunakan dan proses apakah yang dapat terjadi? Kegiatan mencuci pakaian pada gambar di atas merupakan suatu kegiatan yang tidak asing lagi dalam kehidupan sehari-hari. Ketika mencuci pakaian, khususnya pakaian putih, sebagian besar orang menambahkan zat aktif pemutih untuk mendapatkan warna putih bersih. Zat pemutih tersebut merupakan senyawa kimia aktif bersifat oksidator yang digunakan untuk menghilangkan warna benda. Umumnya warna pada pakaian dapat hilang melalui reaksi redoks dengan menggunakan senyawa natrium hipoklorit (NaClO) dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Bagaimana reaksi tersebut dapat terjadi? Untuk mendapatkan penjelasan ilmiahnya, mari kita diskusikan materi tersebut

Reaksi redoks adalah reaksi kimia yang melibatkan perubahan bilangan oksidasi. Reaksi ini merupakan reaksi gabungan dari setengah reaksi reduksi dan setengah reaksi oksidasi. Reaksi reduksi adalah reaksi penerimaan elektron sehingga terjadi penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi adalah reaksi pelepasan elektron sehingga terjadi kenaikan bilangan oksidasi. Spesi yang mengalami oksidasi disebut reduktor dan spesi yang mengalami reduksi disebut oksidator. Pada suatu reaksi kimia yang lengkap, reaksi oksidasi selalu diikuti oleh reaksi reduksi sehingga reaksi yang terjadi disebut reaksi redoks.

Persamaan reaksi redoks dikatakan **setara jika jumlah atom dan jumlah muatan di ruas kiri sama dengan jumlah atom dan jumlah muatan di ruas kanan**. Pada dasarnya reaksi redoks berlangsung di dalam pelarut air sehingga penyetaraan persamaan reaksi redoks selalu melibatkan ion H^+ dan OH^- . Terdapat dua metode untuk menyetarakan reaksi redoks, yaitu dengan cara bilangan oksidasi dan cara setengah reaksi.

1. Penyetaraan Persamaan Reaksi Redoks Metode Perubahan Bilangan Oksidasi (PBO)

Bagaimana Langkah-langkah penyetaraan persamaan reaksi redoks dengan metode perubahan bilangan oksidasi? Mari kita sama-sama pelajari penjelasan berikut ini.

Metode bilangan oksidasi berdasarkan prinsip bahwa jumlah pertambahan bilangan oksidasi dari reduktor sama dengan jumlah penurunan bilangan oksidasi dari oksidator. Penyetaraan ini memiliki dua tipe reaksi yakni reaksi molekul dan reaksi ion.

Penyetaraan Redoks Secara Bilangan Oksidasi

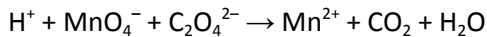
Dengan langkah-langkah :

1. **HUBUNGAN** → **HUBUNGAN** : atom-atom yang biloksnya berubah, biasanya
 - a. **Unsur bebas / molekul unsur/ ion unsur (sendirian)**, contoh : Zn , Zn^{2+} , Cl_2 dsb

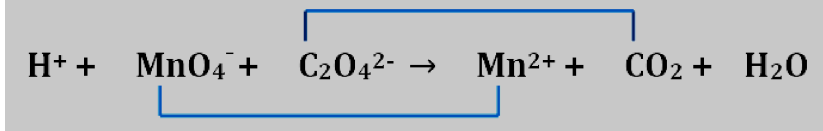
b. **Atom selain H, O, IA** (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), **IIA** (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)

Contoh:

Setarakan reaksi berikut:



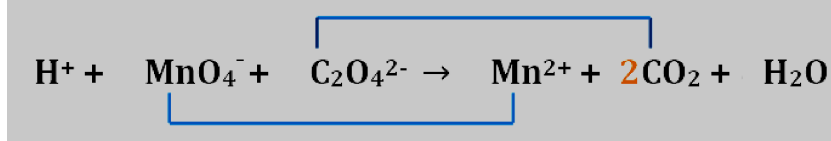
Pada soal ini yang dihubungkan adalah Mn dan C. Sedangkan H tidak dihubungkan, karena berfungsi untuk menyamakan muatan.



2. **SAMA → SAMAKAN** : atom-atom yang **dihubungkan tadi**

Jumlah atom C disamakan dengan memberikan koefisien didepan CO_2 yang tidak sama.

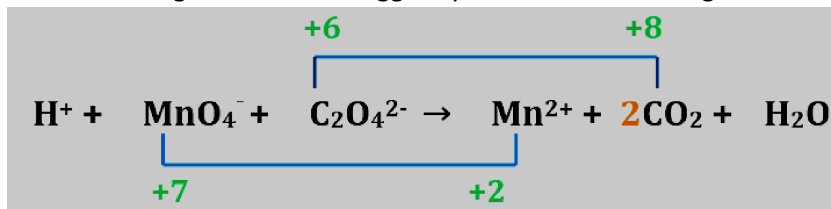
Jumlah atom Mn sudah sama. Atom H dan O tidak perlu disamakan.



3. **SI BLOK → HITUNG HARGA BILOKS** → atom-atom yang dihubungkan. Jika atomnya lebih dari satu, jangan hitung satu atomnya, tapi hitung semuanya. Contoh : $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ maka harga biloks C₂ nya = +6, bukan biloks C = +3. Jika ada koefisien, maka biloks dikalikan koefisiennya.

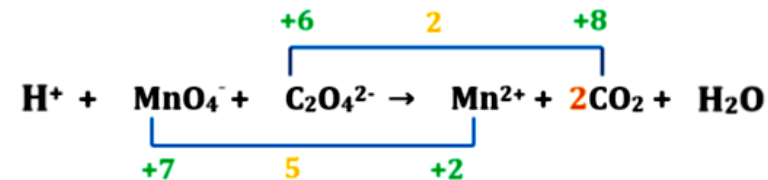
(INGAT! HARGA BILOKS : **O = -2, H = +1**, IA (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) = +1, IIA (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) = +2, VIIA (F, Cl, Br, I, At) dengan Logam = -1, Poli atom = muatan → SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- , OH^- , PO_4^{3-} , CN^- , dsb

Bilangan oksidasi Mn pada MnO_4^- dapat dihitung dengan cara **LAWAN MUATAN**. Biloks Mn = $(4 \times (+2)) - 1 = +7$. Jika atomnya lebih dari satu, jangan hitung satu atomnya, tapi hitung semuanya. Sehingga biloks C₂ pada $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = (4 \times (+2)) - 2 = +6$. Jika ada koefisien, maka biloks dikalikan koefisiennya. Sehingga biloks C pada $2 \text{CO}_2 = 2 \times (2 \times (+2)) = +8$. Harga biloks +2 adalah lawan dari harga biloks O sesungguhnya. Yaitu -2. Serta harga biloks Mn pada $\text{Mn}^{2+} = +2$.



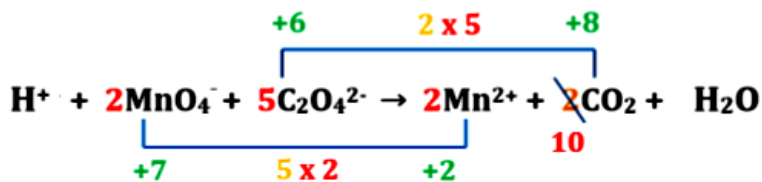
4. **SELIRNYA → CARI SELISIH** → harga biloks yang dihubungkan tadi.

Selisih bilangan oksidasi pada Mn adalah $= +7 - (+2) = 5$, selisih C adalah $= +8 - (+6) = 2$



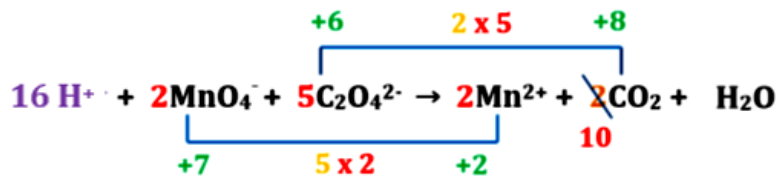
5. **KPK → CARI KPK DARI KEDUA SELISIH** → Pengkali -nya gunakan sebagai pengkali koefisien.

Karena elektron yang dilepas (2e) tidak sama dengan elektron yang diterima (5e) maka harus disamakan. Maka KPK nya adalah 10. Sehingga, Mn dikalikan 2 dan C dikalikan 5. **KPK** (10 pada soal ini) adalah **elektron yang terlibat**.



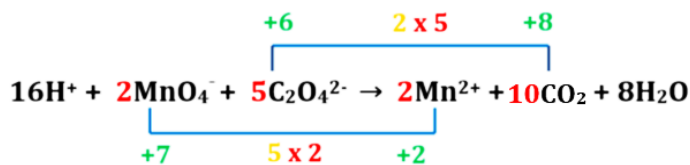
6. **SAMA MULUT** → **SAMAKAN MUATAN** → Hitung dulu muatan kanan dan kiri. Untuk suasana **asam tambahkan H⁺** pada ruas yang muatannya kurang. Untuk suasana **basa tambahkan OH⁻** pada ruas yang muatannya lebih.

Muatan total ruas kiri adalah -12 dan ruas kanan +4, karena suasana asam, maka ditambahkan H⁺ pada ruas kiri. Agar muatan sama maka harus diambahkan **16 H⁺** di ruas kiri.



$$\text{Muatan: } 16\text{H}^+ + -2 + -10 = +4 + 0$$

7. **HAMIL** → **SAMAKAN ATOM H** → **dengan H₂O** pada ruas yang kurang atom H
Jumlah atom H pada ruas kiri adalah 16, di ruas kanan 0. Maka perlu ditambahkan H₂O di ruas kanan untuk menyamakan atom H. Karena tiap H₂O terdapat 2 atom H. Maka perlu ditambahkan **8H₂O** di ruas kanan.



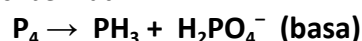
Catatan: Untuk memeriksa jawaban sudah benar atau belum, periksa jumlah atom O ruas kanan dan kiri. Jika sudah sama berarti penyetaraan reaksi redoks sudah benar.

Autoredoks

Untuk **Autoredoks/ Anti Autoredoks/ Disproporsionasi/ Konproporsionasi**, ada sedikit modifikasi. Yaitu:

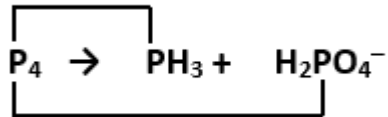
Langkah ke 2 dilewati, dan **langkah ke 5** diubah. Yang biasanya KPK digunakan sebagai pengkali kedua ruas, pada Autoredoks cukup pada ruas yang terhubung satu. Baru kemudian yang terhubung dua disamakan.

Contoh, setarakan reaksi berikut:

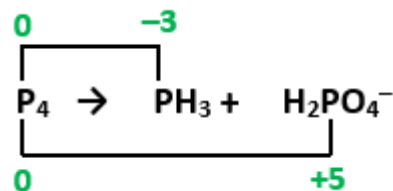


Dengan langkah-langkah :

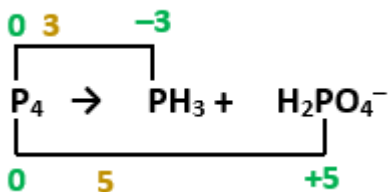
- BERHUBUNGAN** → **HUBUNGAN** : atom-atom yang biloksnya berubah, biasanya
 - Unsur bebas / molekul unsur/ ion unsur (sendirian)**, contoh : Zn, Zn²⁺, Cl₂ dsb
 - Atom selain H, O, IA** (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), **IIA** (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)
 Pada soal ini yang dihubungkan hanya atom P. Sedangkan H dan O tidak dihubungkan, karena biloksnya tidak berubah.



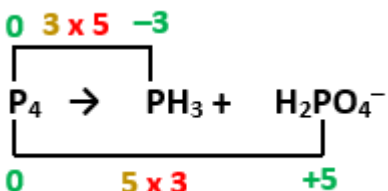
2. **SAMA** → **SAMAKAN** : atom-atom yang **dihubungkan tadi**
Untuk Autoreduksi, langkah ini tidak perlu dilakukan. Lewati
3. **SI BLOK** → **HITUNG HARGA BILOKS** → atom-atom yang dihubungkan. Jika atomnya lebih dari satu, jangan hitung satu atomnya, tapi hitung semuanya. Contoh : $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ maka harga biloks C₂ nya = +6, bukan biloks C = +3. Jika ada koefisien, maka biloks dikalikan koefisiennya.
(INGAT! HARGA BILOKS : O = -2, H = +1, IA (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) = +1, IIA (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) = +2, VIIA (F, Cl, Br, I, At) dengan Logam = -1, Poli atom = muatan → SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- , OH^- , PO_4^{3-} , CN^- , dsb
Bilangan oksidasi P pada P_4 = 0 karena molekul unsur. Biloks P pada PH_3 = (3 x -1) = -3.
Biloks P pada H_2PO_4^- = (4 x (+2)) + (2 x (-1)) - 1 = +5 .

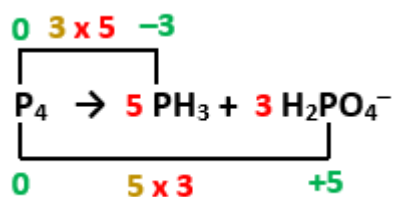


4. **SELIRNYA** → **CARI SELISIH** → harga biloks yang dihubungkan tadi.
Selisih bilangan oksidasi pada Mn adalah = 0 - (-3) = 3, selisih C adalah = +5 - (0) = 5

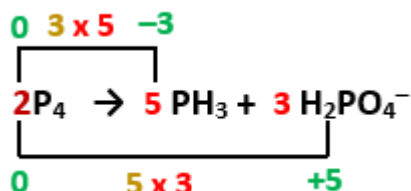


5. **KPK** → **CARI KPK DARI KEDUA SELISIH** → Pengkali -nya gunakan sebagai pengkali koefisien. Karena elektron yang dilepas (5e) tidak sama dengan elektron yang diterima (3e) maka harus disamakan. Maka KPK nya adalah 15. Sehingga, PH_3 dikalikan 5 dan H_2PO_4^- dikalikan 3. **KPK** (15 elektron pada soal ini) adalah **elektron yang terlibat**. Pada P_4 **tidak perlu dikalikan pengkali** karena terhubung dua.

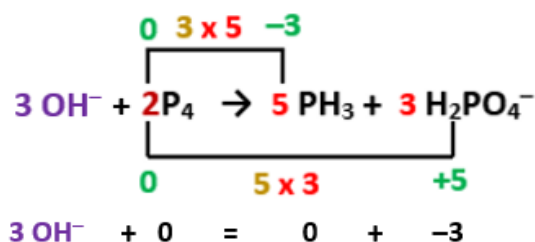




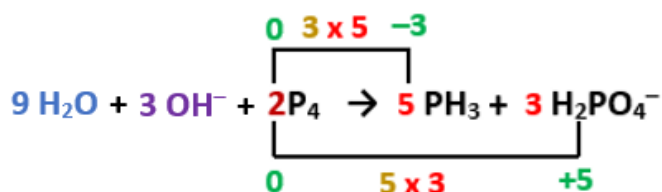
Hitung jumlah atom P ruas kiri dan kanan. Ternyata di kiri 4 P, di ruas kanan 8 P. Sehingga pada P_4 perlu diberikan koefisien **2**. Agar jumlah atom P sama.



6. **SAMA MULUT** → **SAMAKAN MUATAN** → Hitung dulu muatan kanan dan kiri. Untuk suasana **asam tambahkan H^+** pada ruas yang muatannya kurang. Untuk suasana **basa tambahkan OH^-** pada ruas yang muatannya lebih.
Muatan : $0 = 0 + -3$. Agar sama muatannya, perlu ditambahkan **3 OH^-** di ruas kiri. Karena suasana Basa



7. **HAMIL** → **SAMAKAN ATOM H** → **dengan H_2O** pada ruas yang kurang atom H
Jumlah atom H pada ruas kiri adalah 3, di ruas kanan $15 + 6 = 21$. Maka perlu ditambahkan H_2O di ruas kiri sebanyak 18 untuk menyamakan atom H. Karena tiap H_2O terdapat 2 atom H. Maka perlu ditambahkan **9 H_2O** di ruas kanan.



Catatan: Untuk memeriksa jawaban sudah benar atau belum, periksa jumlah atom O ruas kanan dan kiri. Jika sudah sama berarti penyetaraan reaksi redoks sudah benar.

Molekuler

Untuk **Molekuler**, ada sedikit modifikasi. Yaitu: **Langkah ke 6 diubah. Menjadi:** Samakan atom selain atom H dan O, utamakan golongan IA dan IIA. Jika masih belum juga sama, biasanya yang terhubung lebih dari satu/ hanya satu atom di satu ruas (biasanya asam/ basa) koefisiennya dianggap tidak ada. Contoh, setarakan reaksi berikut:

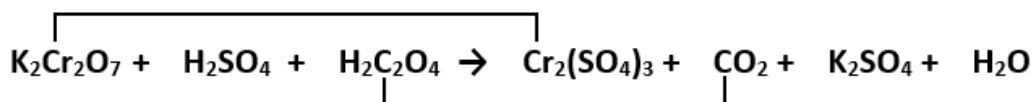


Dengan langkah-langkah :

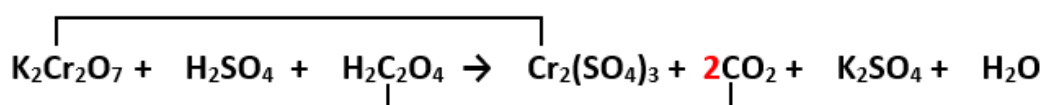
- BERHUBUNGAN** → **HUBUNGAN** : atom-atom yang biloksnya berubah, biasanya
 - Unsur bebas / molekul unsur/ ion unsur (sendirian)**, contoh : Zn, Zn^{2+} , Cl_2 dsb
 - Atom selain H, O, IA** (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), **IIA** (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)

Contoh:

Pada soal ini yang dihubungkan adalah Cr dan C. Sedangkan atom H, K, S, dan O tidak dihubungkan, karena biloksnya tidak berubah.



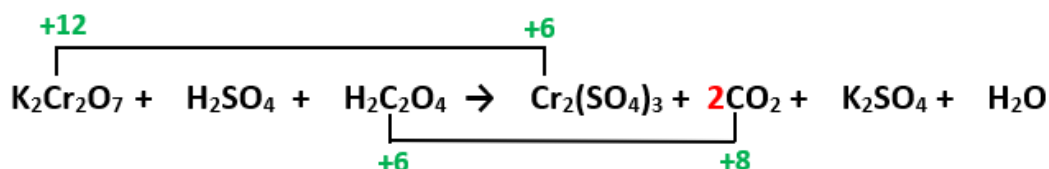
- SAMA** → **SAMAKAN** : atom-atom yang **dihubungkan tadi**
 Jumlah atom C disamakan dengan memberikan koefisien 2 didepan CO_2 yang tidak sama.
 Jumlah atom Mn sudah sama. Atom K, S, H dan O tidak perlu disamakan.



- SI BLOK** → **HITUNG HARGA BILOKS** → atom-atom yang dihubungkan. Jika atomnya lebih dari satu, jangan hitung satu atomnya, tapi hitung semuanya. Contoh : $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$ maka harga biloks C₂ nya = +6, bukan biloks C = +3. Jika ada koefisien, maka biloks dikalikan koefisiennya.

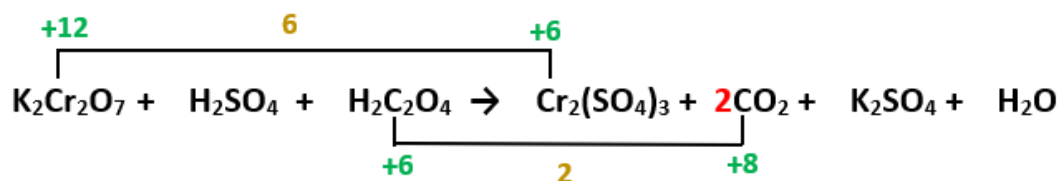
(INGAT! HARGA BILOKS : O = -2, H = +1, IA (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr) = +1, IIA (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra) = +2, VIIA (F, Cl, Br, I, At) dengan Logam = -1, Poli atom = muatan → SO_4^{2-} , CO_3^{2-} , NO_3^- , OH^- , PO_4^{3-} , CN^- , dsb

Bilangan oksidasi 2Cr pada $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dapat dihitung dengan cara **LAWAN MUATAN**. Biloks 2Cr = $(7 \times (+2)) - (2 \times (-1)) = +12$. 2Cr pada $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 = (3 \times (+2)) = +6$. . Biloks 2C pada $\text{C}_2\text{O}_4^{2-} = (4 \times (+2)) - 2 = +6$. Jika ada koefisien, maka biloks dikalikan koefisiennya. Sehingga biloks C pada $2 \text{CO}_2 = 2 \times (2 \times (+2)) = +8$. Harga biloks +2 adalah lawan dari harga biloks O sesungguhnya. Yaitu -2. Serta harga biloks Mn pada $\text{Mn}^{2+} = +2$.

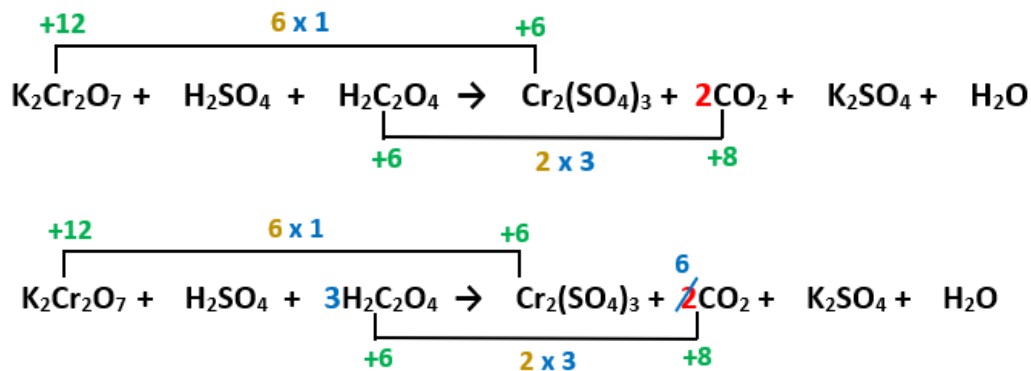


- SELIRNYA** → **CARI SELISIH** → harga biloks yang dihubungkan tadi.

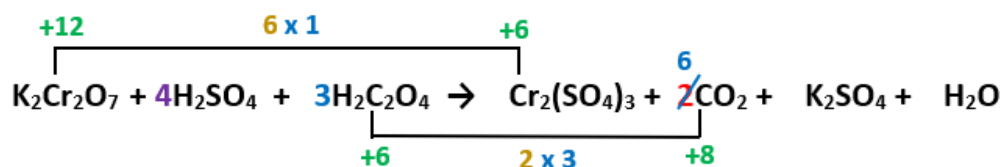
Selisih bilangan oksidasi pada Cr adalah = $+12 - (+6) = 6$, selisih C adalah = $+8 - (+6) = 2$



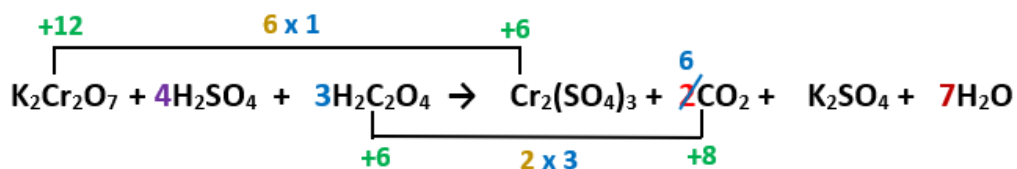
- KPK** → **CARI KPK DARI KEDUA SELISIH** → Pengkali -nya gunakan sebagai pengkali koefisien. Karena elektron yang dilepas (2e) tidak sama dengan elektron yang diterima (6e) maka harus disamakan. Maka KPK nya adalah 6. Sehingga, koefisien $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ dan $\text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3$ dikalikan 1 serta $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ dan CO_2 dikalikan 3. **KPK** (6 pada soal ini) adalah **elektron yang terlibat**.



6. **SAMA MULUT** → **SAMAKAN MUATAN** → Hitung dulu muatan kanan dan kiri. Untuk suasana **asam** **tambahkan H^+** pada ruas yang muatannya kurang. Untuk suasana **basa** **tambahkan OH^-** pada ruas yang muatannya lebih.
 Karena molekuler netral, maka muatan tidak ada. Ganti dengan: **"Samakan atom selain H dan O utamakan golongan IA, IIA"**. Atom K, Cr dan C sudah setara. Yang belum setara adalah atom S. Di ruas kiri hanya 1 atom S di ruas kanan = $3 + 1 = 4$ atom S. Sehingga ruas kiri pada H_2SO_4 dikalikan 4. Jadi **$4\text{H}_2\text{SO}_4$** .



7. **HAMIL** → **SAMAKAN ATOM H** → **dengan H_2O** pada ruas yang kurang atom H
 Karena sudah ada H_2O nya, maka tidak perlu ditambahkan. Cukup disetarakan. Jumlah atom H pada ruas kiri adalah $8 + 6 = 14$, di ruas kanan 2 atom H. Maka samakan atom H nya. Agar sama maka H_2O ruas kanan dikalikan $7 = 7\text{H}_2\text{O}$ di ruas kanan.



Catatan: Untuk memeriksa jawaban sudah benar atau belum, periksa jumlah atom O ruas kanan dan kiri. Jika sudah sama berarti penyetaraan reaksi redoks sudah benar.

Coba pelajari contoh-contoh reaksi redoks berikut dan setarakan reaksinya.

- $\text{Mg(s)} + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{MgO(s)}$
- $\text{CH}_4(\text{g}) + \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + \text{H}_2\text{O}(\text{g})$
- $\text{ZnS(s)} + \text{HNO}_3(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_4(\text{aq}) + \text{NO(g)} + \text{H}_2\text{O(l)}$
- $\text{KMnO}_4(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_3(\text{aq}) + \text{H}_2\text{SO}_4(\text{aq}) \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{MnSO}_4(\text{aq}) + \text{Na}_2\text{SO}_4(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)}$
- $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}(\text{aq}) + \text{Fe}^{2+}(\text{aq}) + \text{H}^+(\text{aq}) \rightarrow \text{Cr}^{3+}(\text{aq}) + \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O(l)}$

Apakah sama jumlah atom di ruas kiri dan di ruas kanan untuk kelima reaksi? Apakah sama jumlah muatan di ruas kiri dan ruas kanan untuk reaksi yang kelima? Manakah langkah penyetaraan reaksi yang lebih mudah untuk reaksi a, b, c, d, atau e? Adakah reaksi yang sulit untuk disetarakan?

Setelah sebelumnya kita telah mempelajari tentang penyetaraan redoks metode perubahan biloks, pembahasan kegiatan 2 ini akan membahas tentang penyetaraan metode setengah reaksi. Metode

ini umumnya banyak digunakan pada aplikasi reaksi redoks pada kehidupan sehari-hari, misalnya pada aplikasi sel volta atau aplikasi sel elektrolisis. Untuk lebih jelasnya, mari kita bahas bersama!

Penyetaraan Redoks Secara Setengah Reaksi / Ion Elektron

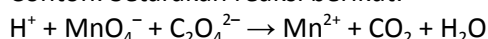
Dengan langkah-langkah:

1. **PECAH → PECAH JADI DUA REAKSI SESUAI PASANGAN** atom-atom yang biloksnya berubah, biasanya :

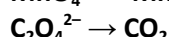
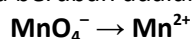
a. **Unsur bebas / molekul unsur/ ion unsur (sendirian)**, contoh : Zn, Zn^{2+} , Cb dsb

b. **Atom selain H, O, IA** (Li, Na, K, Rb, Cs, Fr), **IIA** (Be, Mg, Ca, Sr, Ba, Ra)

Contoh: Setarakan reaksi berikut.

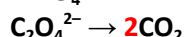
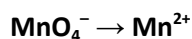


Atom yang biloksnya berubah adalah Mn dan C, sehingga pasangannya:



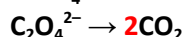
2. **SAMA → SAMAKAN ATOM-ATOM** yang **BILOKNYA BERUBAH**, atom yang lain biarkan.

Atom Mn sudah sama antara ruas kanan dan kiri. Atom C perlu disamakan, karena jumlahnya tidak sama.



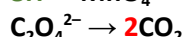
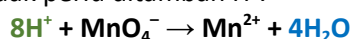
3. **O → samakan atom O** → dengan menambah **H₂O** pada ruas yang kurang **O**

Jumlah atom O pada setengah reaksi oksidasi (pada reaksi bawah) sudah sama, sehingga tidak perlu disamakan. Yang perlu disamakan adalah jumlah atom O pada reaksi reduksi (reaksi atas). Jumlah atom O ruas kiri pada reaksi reduksi adalah 4, sedangkan ruas kanan adalah 0. Sehingga perlu ditambahkan H_2O di ruas kanan sebanyak **4H₂O** agar jumlah atom O sama.



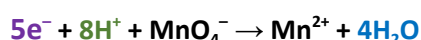
4. **H → samakan atom H** → dengan menambah **H⁺** pada ruas yang kurang **H**

Jumlah atom H pada reaksi atas (reaksi reduksi) belum sama. Ruas kiri 0 atom H dan ruas kanan 8, sehingga perlu ditambahkan **8H⁺** di ruas kiri. Untuk reaksi bawah (reaksi oksidasi) tidak ada atom H, sehingga tidak perlu ditambah H^+ .



5. **e⁻ → samakan muatan** → dengan menambah **e⁻** pada ruas yang muatannya lebih besar

Muatan Reaksi atas (reaksi reduksi): ruas kiri: +8 -1 ruas kanan +2 + 0, sehingga perlu ditambah **5e⁻** di ruas kiri.

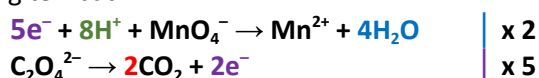


Muatan Reaksi bawah (reaksi oksidasi): ruas kiri: -2 ruas kanan 0, sehingga perlu ditambah **2e⁻** di ruas kanan.



6. **KPK → Cari KPK dari e⁻ kedua reaksi** → pengkalinya gunakan sebagai **pengkali koefisien**

Jumlah elektron yang di terima (sebelah kiri) adalah 5, jumlah elektron yang dilepas (sebelah kanan) adalah 2. Karena tidak sama, maka harus disamakan. KPK 2 dan 5 adalah 10, inilah yang disebut elektron yang terlibat.

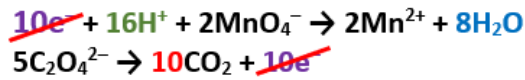


Sehingga menjadi:

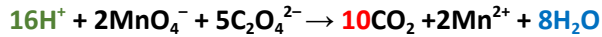


7. **SEDERHANAKAN** → Sederhanakan / coret spesi yang sama (**biasanya H₂O, H⁺, e**), kemudian gabung kedua reaksi.

Pada soal ini, yang sama hanya e⁻. Jika disederhanakan menjadi:



Kemudian jumlahkan, sesuai ruasnya:

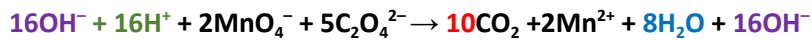


Pada suasana asam langkahnya cukup sampai disini. Tetapi untuk Suasana Basa anda harus menambah langkah:

- Tambah OH⁻ sejumlah H⁺ pada kedua ruas, (INGAT: H⁺ kalau ketemu OH⁻ jadi H₂O) kemudian sederhanakan.

Cara membasakan:

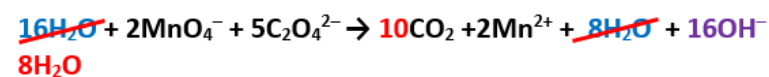
Tambahkan OH⁻ sejumlah sejumlah H⁺. Karena jumlah H⁺ nya 16, maka tambahkan **16OH⁻** di kedua ruas:



Karena OH⁻ dan H⁺ menjadi H₂O, maka gabungkan sehingga menjadi:



Kemudian sederhanakan jumlah molekul H₂O nya:



Sehingga menjadi:

