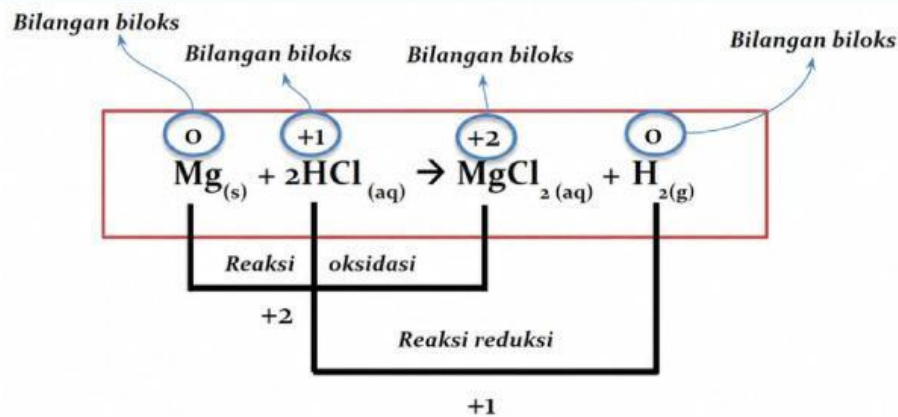




KEGIATAN PEMBELAJARAN

Sebelum masuk ke materi sel volta, ananda terlebih dahulu meninjau kembali materi tentang redoks.



Apakah ada yang tahu, apa yang dimaksud dengan redoks? Silahkan jawab pertanyaan dibawah ini untuk mengetahui apa itu redoks!

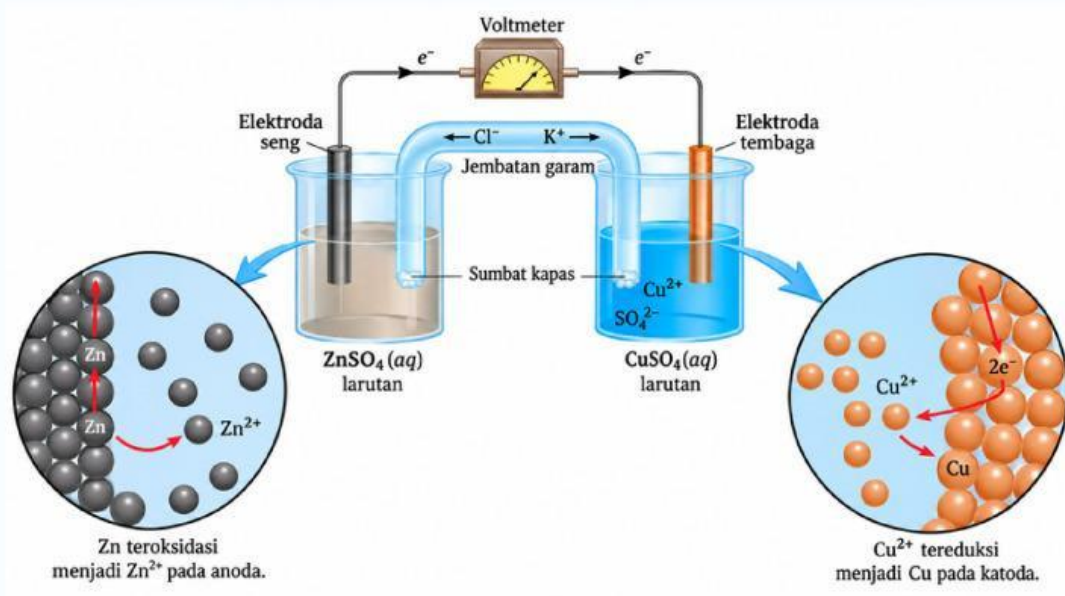
- Setelah melihat reaksi diatas, spesi mana yang mengalami reaksi oksidasi
- Setelah melihat reaksi diatas, spesi mana yang mengalami reaksi reduksi
- Dari reaksi diatas, pada reaksi oksidasi terjadi elektron
- Dari reaksi diatas, pada reaksi reduksi terjadi elektron
- Setelah melihat reaksinya, pada reaksi oksidasi terjadi bilangan biloks
- Setelah melihat reaksinya, pada reaksi reduksi terjadi bilangan biloks
- Reaksi oksidasi, merupakan reaksi
- Reaksi reduksi, merupakan reaksi
- Dari pertanyaan sebelumnya, maka dapat disimpulkan reaksi redoksi terdiri dari reaksi
- Setelah menjawab pertanyaan diatas, apakah yang dimaksud dengan reaksi redoks

A. Pengertian Sel Volta

Sel volta (galvani) adalah sel elektrokimia di mana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik.

Sel volta terdiri dari dua buah elektroda dan elektrolit. Elektroda ada yang terlibat langsung dalam reaksi sel, namun ada pula yang tidak berperan dalam reaksi sel yang disebut dengan elektroda inert.

B. Prinsip Kerja Sel Volta



Gambar 1. Diagram Sel Volta
Sumber : Raymond Chang

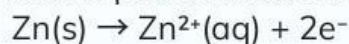
Pada sel volta, sebuah batang seng (Zn) dicelupkan ke dalam larutan ZnSO_4 , sedangkan batang tembaga (Cu) dicelupkan ke dalam larutan CuSO_4 . Sel ini bekerja berdasarkan prinsip bahwa reaksi oksidasi seng (Zn) menjadi Zn^{2+} dan reduksi ion Cu^{2+} menjadi logam Cu dapat berlangsung secara bersamaan tetapi terjadi pada tempat yang berbeda. Perpindahan elektron dari seng ke tembaga terjadi melalui kawat penghantar di luar rangkaian.

Batang seng dan batang tembaga tersebut disebut elektroda. Susunan elektroda seng dan tembaga beserta larutannya (ZnSO_4 dan CuSO_4) dikenal sebagai sel Daniell.

Dalam sel galvanik, elektroda **tempat terjadinya reaksi oksidasi disebut anoda**, sedangkan **elektroda tempat terjadinya reaksi reduksi disebut katoda**.

Pada sel Daniell, reaksi-reaksi setengah sel yang terjadi pada masing-masing elektroda adalah sebagai berikut:

Reaksi pada elektroda seng (anoda):



Reaksi pada elektroda tembaga (katoda):



Untuk Melengkapi rangkaian listriknya, kedua larutan harus dihubungkan oleh suatu medium pengantar agar kation dan anion dapat bergerak dari satu kompartemen elektroda ke kompartemen elektroda lainnya. Persyaratan ini terpenuhi oleh jembatan garam yang dalam bentuk sederhananya berupa tabung U terbalik yang berisi larutan elektrolit inert, seperti KCl.

C. Diagram Sel

Untuk mempermudah penulisan dan memahami susunan sel volta, reaksi yang terjadi pada anoda dan katoda dapat dinyatakan dalam bentuk diagram sel berikut.



Garis tegak tunggal menyatakan batas fasa. Sebagai contoh, elektroda seng adalah padatan dan ion Zn^{2+} (dari ZnSO_4) ada dalam larutan. Jadi kita gambar garis antara Zn dan Zn^{2+} untuk menunjukkan batas fasa. Garis tegak ganda menyatakan jembatan garam. Berdasarkan konvensi, anoda ditulis terlebih dahulu, di sebelah kiri garis ganda dan komponen lain muncul secara berurutan.

Tips

Anoda | ion || ion | Katoda



D. Potensial Sel

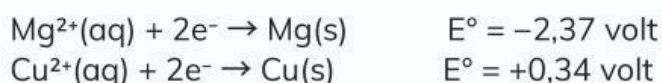
Perbedaan potensial dari kedua elektroda (katoda dan anoda) disebut beda potensial atau potensial sel standar yang diberi lambang E° Sel.

$$E^\circ_{\text{sel}} = E^\circ_{\text{katoda}} - E^\circ_{\text{anoda}}$$

Katoda merupakan tempat terjadinya reaksi reduksi sehingga memiliki E° lebih besar. Adapun anoda merupakan tempat terjadinya reaksi oksidasi sehingga memiliki harga E° lebih kecil. Apabila potensial sel yang dihitung bernilai positif, maka reaksi sel berlangsung secara spontan dan sel akan menghasilkan arus.

Contoh Soal:

Suatu sel volta tersusun dari elektroda magnesium dan tembaga. Apabila diketahui:



Tentukan:

- Katoda dan anoda
- Reaksi yang terjadi pada elektroda dan reaksi sel
- Notasi sel
- Potensial sel

Jawaban:

- Katoda memiliki E° lebih besar, yaitu tembaga (Cu)
Anoda memiliki E° lebih kecil, yaitu magnesium (Mg)
- Reaksi katoda (reduksi): $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}(\text{s})$
Reaksi anoda (oksidasi): $\text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Mg}^{2+}(\text{aq}) + 2\text{e}^-$
Reaksi sel (redoks): $\text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{Mg}(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}(\text{s}) + \text{Mg}^{2+}(\text{aq})$
- Notasi sel = $\text{Mg} \mid \text{Mg}^{2+} \parallel \text{Cu}^{2+} \mid \text{Cu}$
- $E^\circ \text{ Sel} = E^\circ_{\text{Katoda}} - E^\circ_{\text{Anoda}}$
 $= 0,34 - (-2,37)$
 $= +2,71 \text{ volt (spontan)}$

E. Elektroda Hidrogen Standar

Elektroda hidrogen standar digunakan untuk menentukan nilai potensial elektroda standar dari setengah sel lainnya. Potensial satu elektroda tidak dapat diukur sendiri, melainkan sebagai beda potensial terhadap elektroda lain. Karena itu ditetapkan elektroda hidrogen standar ($2\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{H}_2$) sebagai acuan dengan $E^\circ = 0 \text{ V}$ pada 25°C , 1 atm , dan $[\text{H}^+] = 1 \text{ M}$. Nilai E° logam lain diperoleh dengan memasangkannya dengan elektroda ini

Agar lebih memahami bagaimana proses ini berlangsung, silahkan perhatikan video berikut



Sumber : https://youtu.be/k_vR0Eqb5gY?si=YwsIs39uvW8XwQPc

Dari video tersebut, dapat diketahui kecenderungan suatu logam dalam mengalami oksidasi atau reduksi. Untuk mempermudah menentukan kecenderungan tersebut, digunakan deret Volta yang menyusun unsur berdasarkan kemudahan mengalami oksidasi dan reduksi.

F. Potensial Reduksi Standar

Logam yang memiliki potensial reduksi standar (E°) lebih kecil akan lebih mudah teroksidasi sedangkan logam yang memiliki potensial reduksi standar (E°) lebih besar akan lebih mudah tereduksi. Sehingga logam dengan E° lebih kecil akan berperan sebagai anoda dan logam yang memiliki E° akan berperan sebagai katoda.

Half-Reaction	E° (volts)
$F_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2F^-(aq)$	+2.87
$S_2O_8^{2-}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2SO_4^{2-}(aq)$	+2.01
$PbO_2(s) + HSO_4^-(aq) + 3H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons PbSO_4(s) + 2H_2O$	+1.69
$2HOCl(aq) + 2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cl_2(g) + 2H_2O$	+1.63
$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^- \rightleftharpoons Mn^{2+}(aq) + 4H_2O$	+1.51
$PbO_2(s) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb^{2+}(aq) + 2H_2O$	+1.46
$BrO_3^-(aq) + 6H^+(aq) + 6e^- \rightleftharpoons Br^-(aq) + 3H_2O$	+1.44
$Au^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Au(s)$	+1.42
$Cl_2(g) + 2e^- \rightleftharpoons 2Cl^-(aq)$	+1.36
$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^- \rightleftharpoons 2H_2O$	+1.23
$Br_2(aq) + 2e^- \rightleftharpoons 2Br^-(aq)$	+1.07
$NO_3^-(aq) + 4H^+(aq) + 3e^- \rightleftharpoons NO(g) + 2H_2O$	+0.96
$Ag^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Ag(s)$	+0.80
$Fe^{3+}(aq) + e^- \rightleftharpoons Fe^{2+}(aq)$	+0.77
$I_2(s) + 2e^- \rightleftharpoons 2I^-(aq)$	+0.54
$NiO_2(s) + 2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons Ni(OH)_2(s) + 2OH^-(aq)$	+0.49
$Cu^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cu(s)$	+0.34
$SO_4^{2-}(aq) + 4H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2SO_4(aq) + H_2O$	+0.17
$AgBr(s) + e^- \rightleftharpoons Ag(s) + Br^-(aq)$	+0.07
$2H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g)$	0
$Sn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Sn(s)$	-0.14
$Ni^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ni(s)$	-0.25
$Co^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Co(s)$	-0.28
$PbSO_4(s) + H^+(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Pb(s) + HSO_4^-(aq)$	-0.36
$Cd^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Cd(s)$	-0.40
$Fe^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Fe(s)$	-0.44
$Cr^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Cr(s)$	-0.74
$Zn^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Zn(s)$	-0.76
$2H_2O + 2e^- \rightleftharpoons H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83
$Al^{3+}(aq) + 3e^- \rightleftharpoons Al(s)$	-1.66
$Mg^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Mg(s)$	-2.37
$Na^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Na(s)$	-2.71
$Ca^{2+}(aq) + 2e^- \rightleftharpoons Ca(s)$	-2.76
$K^+(aq) + e^- \rightleftharpoons K(s)$	-2.92
$Li^+(aq) + e^- \rightleftharpoons Li(s)$	-3.05

Tabel 1. Potensial reduksi standar
sumber : Raymond Chang

G. Deret Volta

Deret Volta merupakan urutan logam-logam berdasarkan kenaikan potensial elektroda atau potensial reduksi standarnya. **Semakin besar nilai potensial elektroda suatu logam, semakin mudah mengalami reduksi.**

Li - K - Ba - Ca - Na - Mg - Al - Mn - (H₂O) - Zn - Cr - Fe - Cd -
Co - Ni - Sn - Pb - H₂ - Sb - Bi - Cu - Hg - Ag - Pt - Au



Semakin ke kiri E° semakin kecil, semakin mudah mengalami oksidasi, reduktor kuat



Semakin ke kanan E° semakin besar, semakin mudah mengalami reduksi, oksidator kuat

Logam-logam yang terletak **di sebelah kanan atom H** lebih mudah **mengalami reduksi**, sebaliknya logam-logam yang terletak **di sebelah kiri atom H** lebih mudah **mengalami oksidasi**



Lihat **Ke Bawah Candi Nampak Mang Ali Minum**
Air (H₂O)
Zidan Cari Femain Cadangan
Cowok Nikah Senang Pembantu HaHa (H₂)
Sambal Bibi Cukup Hangus Agak Pait Au



H. Penerapan Sel Volta dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Sel Kering (Baterai)

Sel kering menggunakan anoda Zn, katoda grafit, serta elektrolit pasta MnO_2 , NH_4Cl dan arang.

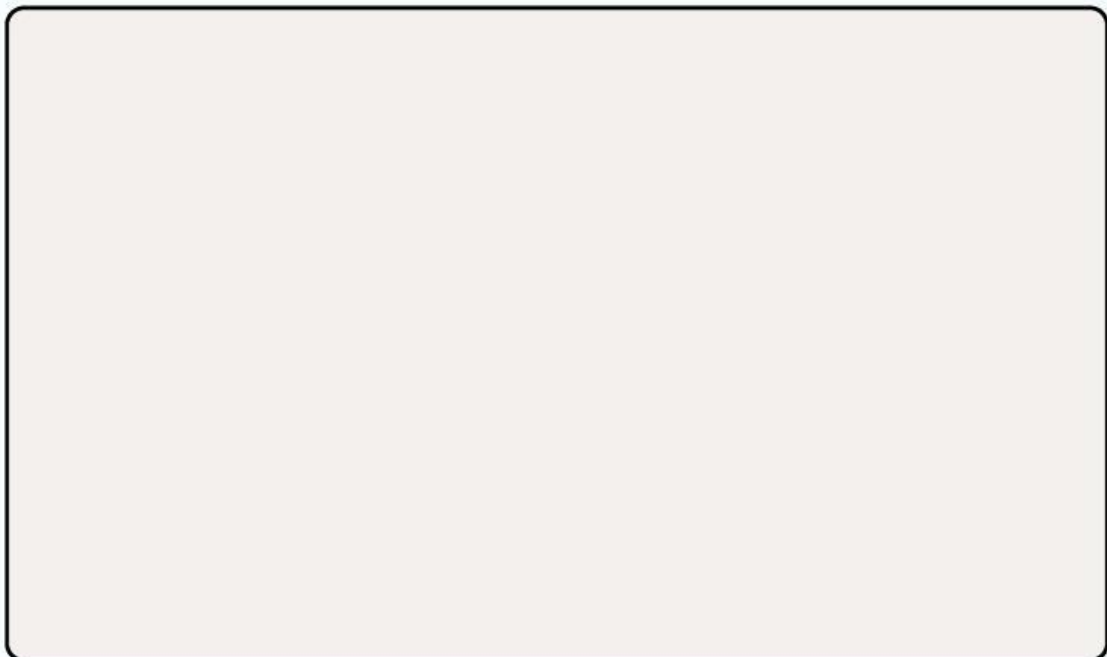
b. Baterai Alkalin

Baterai alkalin pada dasarnya sama dengan sel kering, hanya bersifat lebih basa karena menggunakan KOH sebagai pengganti NH_4Cl dalam pasta. Baterai ini lebih tahan lama dari sel kering biasa.

c. Sel Aki

Aki merupakan jenis baterai yang praktis karena dapat diisi kembali, anoda Pb katodanya PbO_2 , sedangkan larutan elektrolitnya H_2SO_4 .

Silahkan perhatikan video penerapan sel volta dalam kehidupan sehari-hari dibawah ini!



Sumber : <https://youtu.be/VFVJ2ok3fLM?si=18HJ-BJ5IYrNTaMi>

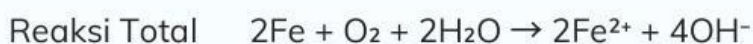
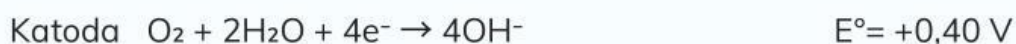
I. Korosi Besi Sebagai Sel Volta

Korosi adalah kerusakan logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Pada besi, hasil korosi berupa karat, yaitu oksida besi terhidrat berwarna coklat kemerahan dengan rumus $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Korosi besi dapat dipahami sebagai sel volta kecil di permukaan logam. Sel ini membutuhkan empat unsur: anoda, katoda, penghantar logam yang mengalirkan elektron dari anoda ke katoda, dan elektrolit

Bagian Sel Korosi	Pada Korosi Besi
Anoda (Oksidasi)	Bagian permukaan besi yang melepas elektron
Katoda (Reduksi)	Bagian permukaan besi lain tempat O_2 menerima elektron
Penghantar logam	Badan besi itu sendiri
Elektrolit	Lapisan air yang mengandung ion terlarut

Contoh reaksi pada korosi besi



$$\begin{aligned} E^\circ_{\text{sel}} &= E^\circ_{\text{katoda}} - E^\circ_{\text{anoda}} \\ &= 0,40 - (-0,44) \\ &= +0,84 \text{ V} \quad \text{Positif sehingga spontan} \end{aligned}$$

J. Besi yang Bersentuhan dengan Logam Lain

Bila dua logam berbeda bersentuhan dalam elektrolit, logam dengan E° lebih kecil menjadi anoda dan terkorosi, sedangkan logam dengan E° lebih besar menjadi katoda dan terlindungi.

Contoh: bila seng dan besi bersentuhan, seng yang terkorosi dan besinya tidak; bila besi bersentuhan dengan tembaga, besi yang terkorosi

K. Pencegahan Korosi dan Pemilihan Perlindungan

1. Pelapisan (cat, minyak, pelapisan logam)

Menghalangi kontak besi dengan O_2 dan air

1. Galvanisasi

Besi dilapisi seng. Lapisan seng melindungi besi sebagai penghalang dan juga secara elektrokimia

1. Perlindungan katodik dengan anoda korban

Logam yang lebih mudah teroksidasi daripada besi dihubungkan ke besi. Logam itu dikonsumsi lebih dulu sehingga disebut anoda korban, dan besi menjadi katoda. Bahan yang umum adalah seng, magnesium, serta paduan magnesium atau aluminium yang dikembangkan khusus. Anoda korban harus diperiksa berkala dan diganti bila habis. Cara ini dipakai antara lain pada pipa dan tangki bawah tanah serta lambung kapal.