

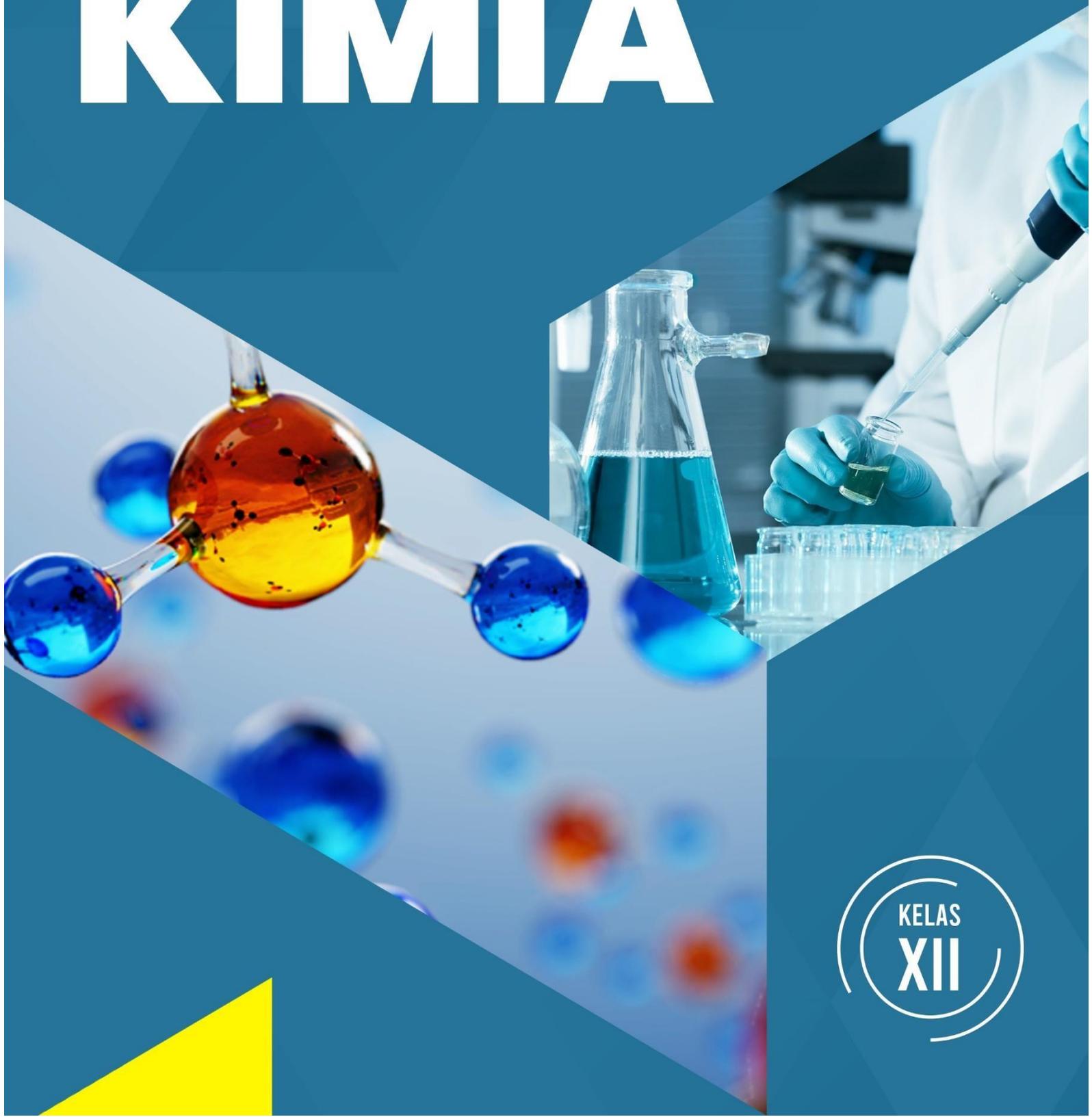


KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN ANAK USIA DINI,
PENDIDIKAN DASAR DAN PENDIDIKAN MENENGAH
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH ATAS
2020



Modul Pembelajaran SMA

KIMIA



KELAS
XII



**SEL VOLTA DAN APLIKASINYA DALAM KEHIDUPAN
KIMIA KELAS XII MIPA**

**PENYUSUN
SETIYANA, S.Pd.,M.Eng
SMA NEGERI 1 BANDONGAN, MAGELANG**

DAFTAR ISI

| | |
|---|----|
| PENYUSUN | 2 |
| DAFTAR ISI | 3 |
| GLOSARIUM | 4 |
| PETA KONSEP | 5 |
| PENDAHULUAN | 6 |
| A. Identitas Modul | 6 |
| B. Kompetensi Dasar | 6 |
| C. Deskripsi Singkat Materi | 6 |
| D. Petunjuk Penggunaan Modul | 6 |
| E. Materi Pembelajaran | 6 |
| KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 | 7 |
| SEL VOLTA ATAU SEL GALVANI | 7 |
| A. Tujuan Pembelajaran | 7 |
| B. Uraian Materi | 7 |
| C. Rangkuman | 12 |
| D. Penugasan Mandiri | 12 |
| E. Latihan Soal | 14 |
| F. Penilaian Diri | 17 |
| KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 | 18 |
| SEL VOLTA DALAM KEHIDUPAN SEHARI HARI | 18 |
| A. Tujuan Pembelajaran | 18 |
| B. Uraian Materi | 18 |
| C. Rangkuman | 21 |
| D. Penugasan Mandiri | 21 |
| E. Latihan Soal | 21 |
| F. Penilaian Diri | 24 |
| EVALUASI | 25 |
| DAFTAR PUSTAKA | 30 |

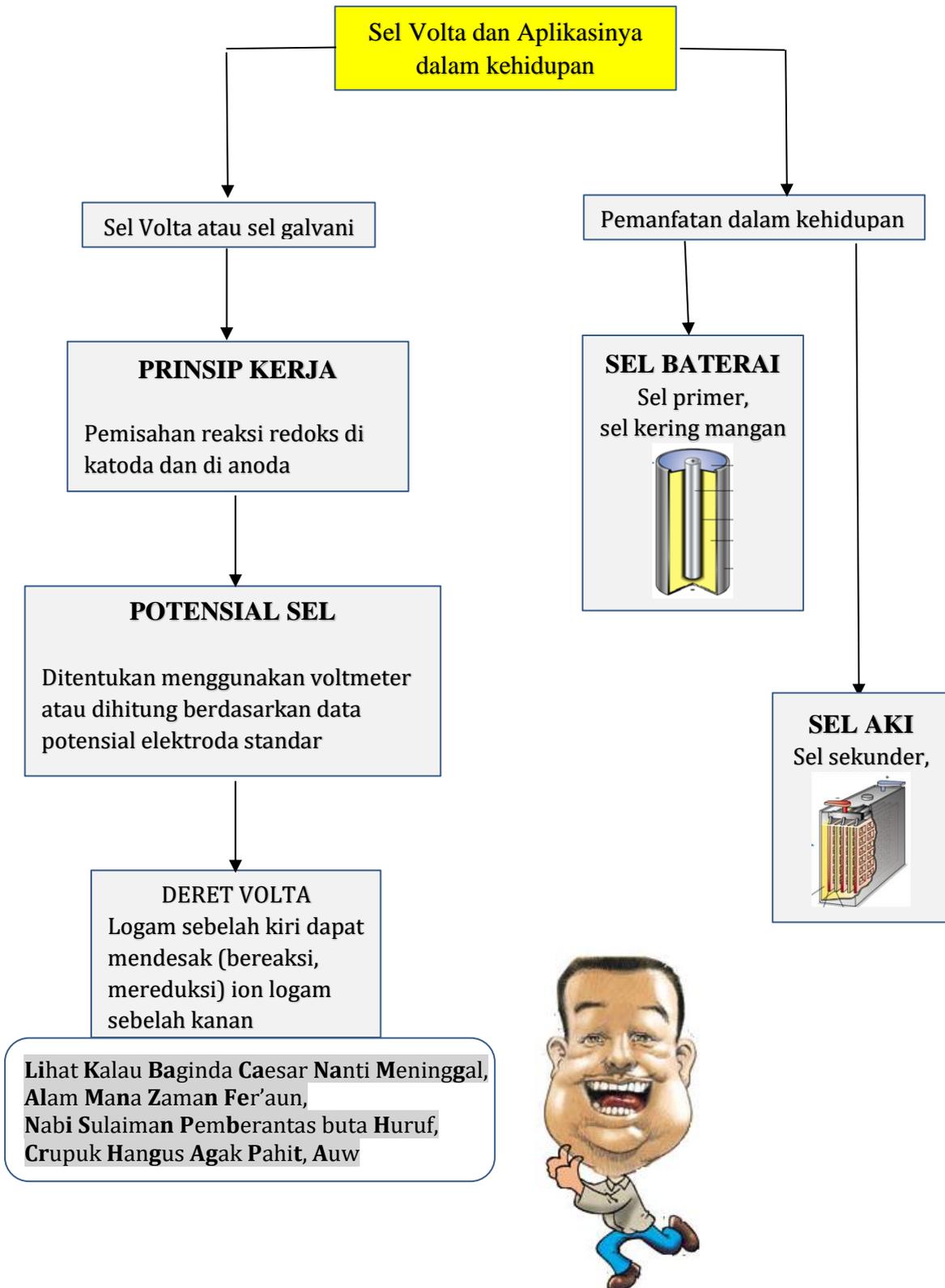
GLOSARIUM

- Sel volta : Sel elektrokimia dimana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik
- Katoda : Elektroda di mana reaksi oksidasi terjadi
- Anoda : Elektroda di mana reaksi reduksi terjadi
- Jembatan garam : suatu peralatan laboratorium yang digunakan untuk menghubungkan setengah-sel reduksi dan oksidasi dari suatu sel galvanik (sel volta)
- Elektrolit : Suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik
- Potensial elektroda standar : Potensial elektroda yang dibandingkan dengan elektroda hidrogen yang diukur pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm
- Deret Volta : Dikenal juga sebagai deret keaktifan logam yaitu unsur-unsur yang disusun berdasarkan urutan potensial elektroda standar
- Sel baterai : Disebut juga sel kering mangan, terdiri dari 3 komponen utama yaitu bungkus dalam zink (Zn) sebagai elektroda negatif (anoda), batang karbon (C) sebagai elektroda positif (katoda) dan pasta MnO_2 dan NH_4Cl yang berperan sebagai elektrolit
- Sel aki : Sel Volta yang banyak digunakan dalam kendaraan bermotor, disusun dari lempeng timbal (Pb) dan timbal oksida (PbO_2) yang dicelupkan dalam larutan asam sulfat (H_2SO_4)

:

:

PETA KONSEP



PENDAHULUAN

A. Identitas Modul

| | |
|----------------|---|
| Mata Pelajaran | : Kimia |
| Kelas | : XII MIPA |
| Alokasi Waktu | : 8 jam pelajaran |
| Judul Modul | : Sel Volta dan aplikasinya dalam kehidupan |

B. Kompetensi Dasar

- 3.4 Menganalisis proses yang terjadi dalam sel Volta dan menjelaskan kegunaannya
- 4.4 Merancang sel Volta dengan menggunakan bahan di sekitar

C. Deskripsi Singkat Materi

Reaksi redoks spontan dapat digunakan sebagai sumber listrik, alat yang dapat mengubah reaksi kimia menjadi energi listrik disebut sel Volta atau sel Galvani. Sel volta terdiri dari elektroda (katoda dan anoda) dan elektrolit. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda. Potensial sel volta dapat ditentukan melalui eksperimen atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar

Kimia memang memberikan hal-hal yang sangat berguna dalam hidup ini. Baterai dan aki adalah contoh sel volta yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Baterai termasuk sel primer sedangkan aki termasuk sel sekunder. Sel volta dapat juga dibuat dari bahan sederhana yang terdapat di lingkungan, contohnya baterai garam dapur, yang disebut juga baterai seng udara.

D. Petunjuk Penggunaan Modul

Untuk menggunakan modul ikutlah langkah langkah di bawah ini:

1. Bacalah peta konsep dan pahami keterkaitan antar materi konsep redoks dan larutan elektrolit.
2. Berikan respon pada kegiatan observasi lingkungan, kemudian pahami materi pembelajaran 1 dan contoh soal.
3. Perdalam pemahamanmu tentang konsep Sel Volta dengan memahami isi rangkuman pembelajaran, baru kemudian mengerjakan penugasan mandiri
4. Akhiri kegiatan dengan mengisi penilaian diri dengan jujur dan ulangi lagi pada bagian yang masih belum sepenuhnya di mengerti
5. Ulangi Langkah 2 sd 4 untuk kegiatan pembelajaran 2
6. Kerjakan soal evaluasi di akhir materi

E. Materi Pembelajaran

Modul ini terbagi menjadi 2 kegiatan pembelajaran dan di dalamnya terdapat uraian materi, contoh soal, soal latihan dan soal evaluasi.

- Pertama : Sel Volta atau Sel Galvani
- Kedua : Sel Volta dalam kehidupan sehari-hari

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SEL VOLTA ATAU SEL GALVANI

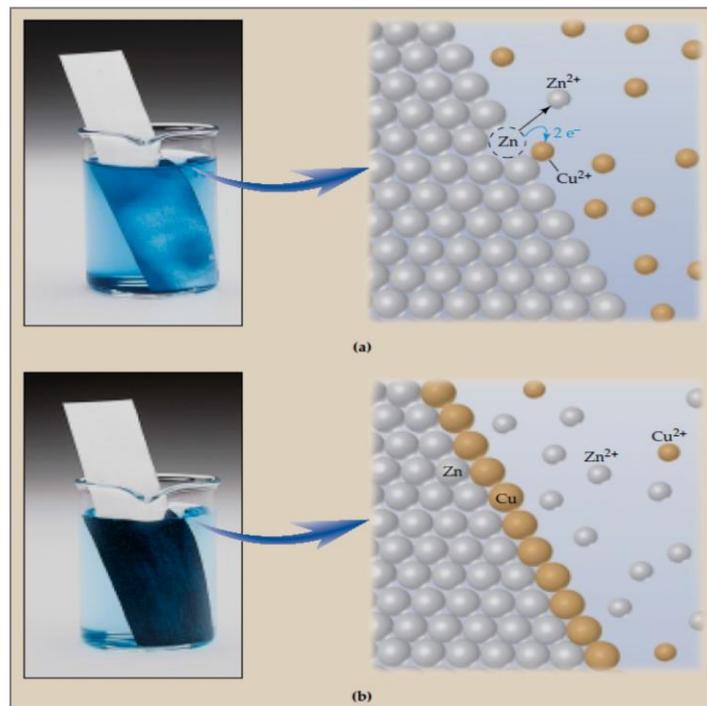
A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 1 ini diharapkan Anda dapat:

1. Mengidentifikasi susunan sel Volta dan prinsip kerja sel volta
2. Menghitung potensial sel berdasarkan data potensial standar

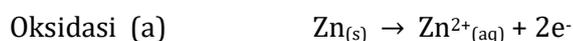
B. Uraian Materi

Pada prinsipnya reaksi redoks spontan dapat digunakan sebagai sumber listrik. Reaksi redoks spontan merupakan reaksi redoks yang dapat berlangsung dengan sendirinya. Jika kedalam larutan CuSO_4 dicelupkan logam seng maka akan terjadi reaksi redoks yang spontan. Secara makroskopis terlihat larutan CuSO_4 yang berwarna biru semakin memudar seiring dengan terbentuknya lapisan hitam pada permukaan seng. Apakah kalian tahu bagaimana prosesnya?



Gambar 1. Reaksi logam seng dengan larutan CuSO_4 berlangsung spontan
(Sumber : *Chemistry_McMurry*,2012)

Secara mikroskopis proses reaksi dapat diilustrasikan seperti gambar, seng secara spontan mengalami oksidasi menjadi Zn^{2+} yang masuk ke dalam larutan. Pada permukaan tembaga terjadi reduksi, elektron yang terlepas ditangkap Cu^{2+} dari larutan, sehingga terbentuk endapan dari tembaga. Reaksi:

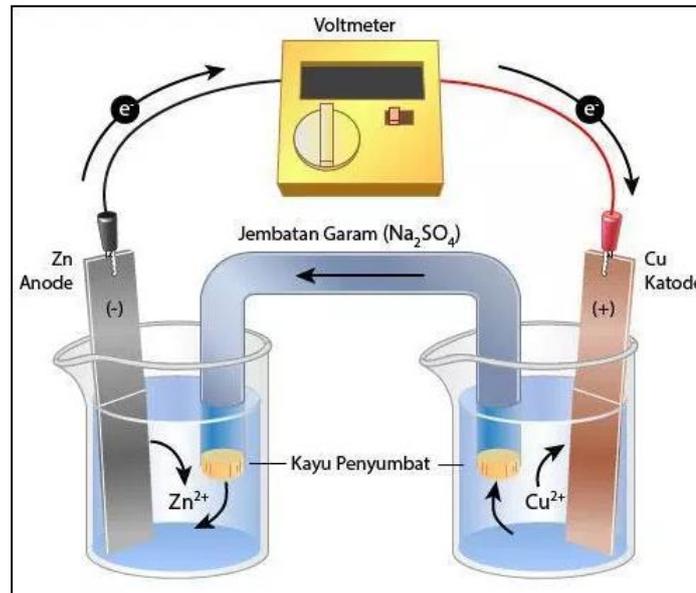


Tentu kalian ada yang bertanya, bagaimana cara membuat rangkaian yang dapat mengubah reaksi redoks spontan menjadi energi listrik? Bagaimana susunan selnya? Yuk, simak diskusi kita tentang sel Volta.

1. Prinsip kerja sel Volta

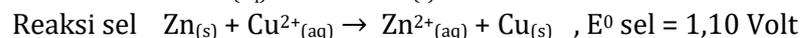
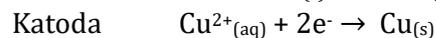
Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik.

Contoh rangkaian sel volta terdiri dari logam Zn dicelupkan dalam larutan ion Zn^{2+} dan logam Cu dicelupkan dalam larutan ion Cu^{2+} .



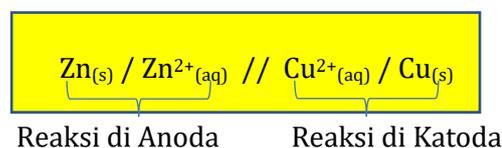
Gambar 2. Diagram sel Volta dan bagian-bagiannya
(Sumber : sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/)

Elektroda di mana reaksi oksidasi terjadi disebut anoda. Adapun elektroda di mana reaksi reduksi terjadi disebut katoda. Pada sel Volta anoda bermuatan negatif dan katoda bermuatan positif. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda. Reaksi yang terjadi:



Jadi prinsip kerja dari sel volta adalah pemisahan reaksi redoks menjadi 2 bagian, yaitu setengah reaksi oksidasi di anoda dan setengah reaksi reduksi di katoda. Anoda dan katoda dicelupkan dalam elektrolit dan dihubungkan dengan jembatan garam dan sirkuit luar.

Susunan sel Volta pada gambar diatas dapat dinyatakan dengan notasi singkat yang disebut notasi sel, yaitu:

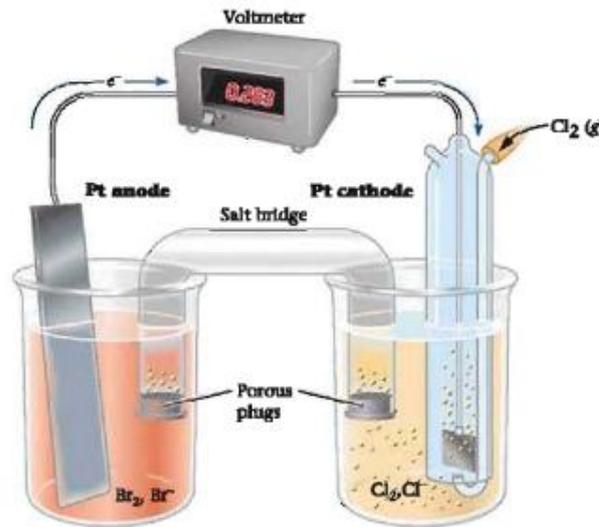


Contoh soal

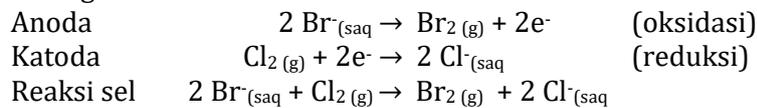
1. Jika gas klorin dimasukkan dalam larutan NaBr, akan terjadi reaksi spontan dan terbentuk ion klorin dan larutan bromin.
 - a. Gambarkan diagram sel volta, dan berilah keterangan anoda, katoda dan aliran elektronnya
 - b. Tuliskan setengah reaksi oksidasi dan reduksi serta reaksi sel
 - c. Tuliskan notasi sel

Jawab

- a. Diagram sel volta dan kreterangan baghian-bagiannya:



- b. Setengah reaksi oksidasi dan reduksi



- c. Lihat gambar, baik dikatoda ataupun anoda menggunakan elektrode Pt, maka notasi sel dituliskan :
Pt/Br₂, Br⁻ // Cl⁻, Cl₂/Pt



Cara mengingat : KPAN

- Katoda : positif, terjadi reaksi reduksi
- Anoda : negatif, terjadi reaksi oksidasi



2. Potensial Sel

Potensial elektroda yang dibandingkan dengan elektroda hidrogen yang diukur pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm disebut potensial elektroda standar (E°).

Potensial elektroda tersebut mengacu pada reaksi reduksi elektroda sehingga disebut potensial reduksi standart (E° reduksi).

Potensial sel volta dapat ditentukan melalui eksperimen dengan menggunakan voltmeter atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar.

- Unsur yang mempunyai E° reduksi lebih besar mengalami reaksi reduksi di katoda
- Unsur yang mempunyai E° reduksi lebih kecil mengalami reaksi oksidasi di anoda

Menurut Masterton, Hurley (2011), besarnya E° sel dirumuskan:

$$E^{\circ}\text{sel} = E^{\circ}\text{reduksi} + E^{\circ}\text{oksidasi}$$

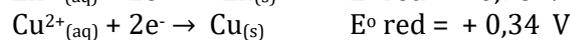
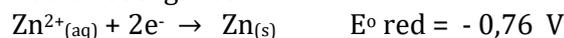
Tabel 1. Potensial Reduksi Standar pada Suhu 25 °C
(Sumber : *Chemistry_McMurry,2012*)

| Standard Reduction Potentials at 25°C | | E° (V) | |
|---|---|--------------------|--|
| Reduction Half-Reaction | | | |
| $F_2(g) + 2 e^-$ | $\longrightarrow 2 F(aq)$ | 2.87 | Weaker reducing agent Stronger reducing agent |
| $H_2O_2(aq) + 2 H^+(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow 2 H_2O(l)$ | 1.78 | |
| $MnO_4^-(aq) + 8 H^+(aq) + 5 e^-$ | $\longrightarrow Mn^{2+}(aq) + 4 H_2O(l)$ | 1.51 | |
| $Cl_2(g) + 2 e^-$ | $\longrightarrow 2 Cl^-(aq)$ | 1.36 | |
| $Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14 H^+(aq) + 6 e^-$ | $\longrightarrow 2 Cr^{3+}(aq) + 7 H_2O(l)$ | 1.33 | |
| $O_2(g) + 4 H^+(aq) + 4 e^-$ | $\longrightarrow 2 H_2O(l)$ | 1.23 | |
| $Br_2(l) + 2 e^-$ | $\longrightarrow 2 Br^-(aq)$ | 1.09 | |
| $Ag^+(aq) + e^-$ | $\longrightarrow Ag(s)$ | 0.80 | |
| $Fe^{3+}(aq) + e^-$ | $\longrightarrow Fe^{2+}(aq)$ | 0.77 | |
| $O_2(g) + 2 H^+(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow H_2O_2(aq)$ | 0.70 | |
| $I_2(s) + 2 e^-$ | $\longrightarrow 2 I^-(aq)$ | 0.54 | |
| $O_2(g) + 2 H_2O(l) + 4 e^-$ | $\longrightarrow 4 OH^-(aq)$ | 0.40 | |
| $Cu^{2+}(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow Cu(s)$ | 0.34 | |
| $Sn^{4+}(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow Sn^{2+}(aq)$ | 0.15 | |
| $2 H^+(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow H_2(g)$ | 0 | |
| $Pb^{2+}(aq) + 2e^-$ | $\longrightarrow Pb(s)$ | -0.13 | |
| $Ni^{2+}(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow Ni(s)$ | -0.26 | |
| $Cd^{2+}(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow Cd(s)$ | -0.40 | |
| $Fe^{2+}(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow Fe(s)$ | -0.45 | |
| $Zn^{2+}(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow Zn(s)$ | -0.76 | |
| $2 H_2O(l) + 2 e^-$ | $\longrightarrow H_2(g) + 2 OH^-(aq)$ | -0.83 | |
| $Al^{3+}(aq) + 3 e^-$ | $\longrightarrow Al(s)$ | -1.66 | |
| $Mg^{2+}(aq) + 2 e^-$ | $\longrightarrow Mg(s)$ | -2.37 | |
| $Na^+(aq) + e^-$ | $\longrightarrow Na(s)$ | -2.71 | |
| $Li^+(aq) + e^-$ | $\longrightarrow Li(s)$ | -3.04 | |

Contoh soal

1. Data E° reduksi dari redoks spontan $Zn_{(s)} + Cu^{2+}_{(aq)} \rightarrow Zn^{2+}_{(aq)} + Cu_{(s)}$

Adalah sebagai berikut:



Tentukan:

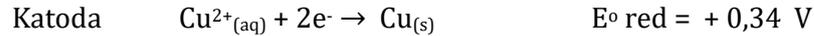
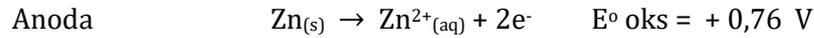
- a. Logam yang bertindak sebagai katoda dan anoda!
- b. Tuliskan reaksi yang terjadi pada masing-masing elektroda!
- c. Tuliskan reaksi sel dan berapa harga E° sel !

Jawab

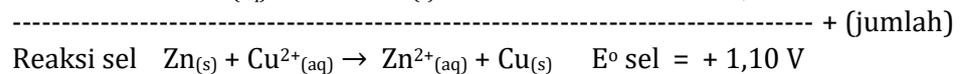
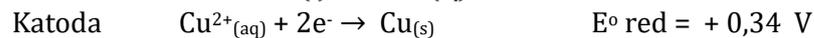
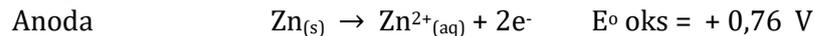
- a. Unsur yang mempunyai E° lebih besar mengalami reaksi reduksi yaitu Cu dan unsur yang mempunyai E° lebih kecil mengalami reaksi oksidasi yaitu Ag, maka

- Katoda : logam Cu
- Anoda : logam Ag

- b. Reaksi pada elektroda



- c. Harga E° sel



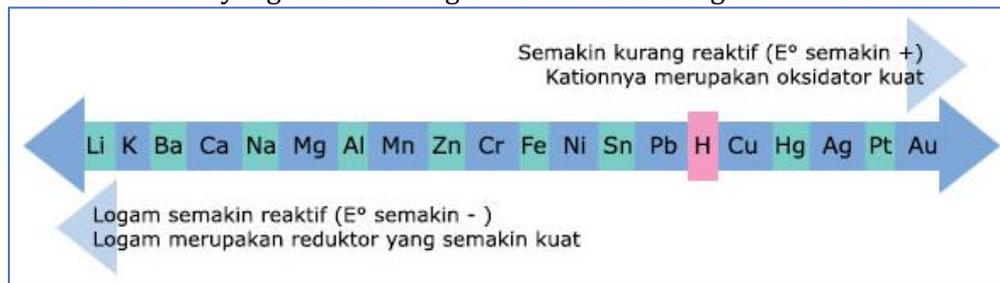
Atau menggunakan rumus

$$E^\circ \text{ sel} = E^\circ \text{ reduksi} + E^\circ \text{ oksidasi}$$

$$= (0,34 \text{ V}) + (0,76 \text{ V}) = + 1,10 \text{ V}$$

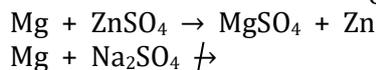
3. Deret Volta

Unsur-unsur yang disusun berdasarkan urutan potensial elektroda standar membentuk deret yang dikenal sebagai deret keaktifan logam atau deret Volta.



Gambar 3. Deret keaktifan logam
(Sumber : Pustekkom, 2015)

Semakin ke kanan sifat oksidator makin kuat (mudah tereduksi) dan semakin ke kiri sifat reduktor semakin kuat (mudah teroksidasi).



Jadi logam sebelah kiri dapat mendesak (bereaksi, mereduksi) ion logam sebelah kanan, logam Mg dapat mendesak Zn^{2+} , sehingga Mg dapat bereaksi dengan larutan $ZnSO_4$, tetapi Mg tidak dapat bereaksi dengan Na^+ sebab Mg terletak disebelah kanan Na.



Trik hafal DERET VOLTA

Lihat Kalau Baginda Caesar Nanti
 Meninggal, Alam Mana Zaman Fer'aun,
 Nabi Sulaiman Pemberantas buta Huruf,
 Cruduk Hangus Agak Pahit. Auw

Contoh soal

Mempertimbangkan spesi berikut dalam larutan asam, MnO_4^- , I^- , NO_3^- , H_2S , dan Fe^{3+}

- klasifikasi spesi tersebut ke dalam agen pereduksi dan pengoksidasi
- Urutkan daya pengoksidasi dan daya pereduksinya

Jawab

Dari tabel harga E° reduksi diketahui:

- Agens pengoksidasi : Fe^{2+} ($E^\circ \text{ red} = -0,409 \text{ V}$), NO_3^- ($E^\circ \text{ red} = +0,964 \text{ V}$), dan MnO_4^- ($E^\circ \text{ red} = +1,512 \text{ V}$)

Agens pereduksi : Fe^{2+} ($E^\circ \text{ red} = -0,409 \text{ V}$), I^- ($E^\circ \text{ red} = -0,534 \text{ V}$), dan H_2S ($E^\circ \text{ red} = -0,114 \text{ V}$)

(Note : Fe^{2+} dapat bertindak sebagai agens pengoksidasi jika Fe tereduksi, atau sebagai agens pereduksi dalam kasus teroksidasi menjadi Fe^{3+})

- Dengan membandingkan harga $E^\circ \text{ red}$ maka
 daya pengoksidasi : $\text{Fe}^{2+} < \text{NO}_3^- < \text{MnO}_4^-$
 daya pereduksi : $\text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{H}_2\text{S}$

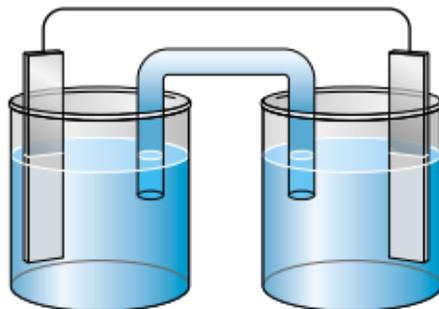
C. Rangkuman

- Reaksi redoks spontan dapat digunakan sebagai sumber listrik, alat yang dapat mengubah reaksi kimia menjadi energi listrik disebut sel Volta atau sel Galvani.
- Anoda adalah elektroda negatif dan merupakan tempat reaksi oksidasi. Katoda adalah elektroda positif dan merupakan tempat reaksi reduksi. Elektron mengalir dari anoda menuju katoda.
- Potensial sel volta dapat ditentukan melalui eksperimen dengan menggunakan voltmeter atau dihitung berdasarkan data potensial elektroda standar.
Dirumuskan:
 $E^\circ \text{ sel} = E^\circ \text{ reduksi} + E^\circ \text{ oksidasi}$
- Deret keaktifan logam adalah susunan unsur unsur berdasarkan urutan potensial elektroda standar. Semakin positif harga $E^\circ \text{ reduksi}$ logam maka semakin mudah logam tersebut tereduksi.

D. Penugasan Mandiri

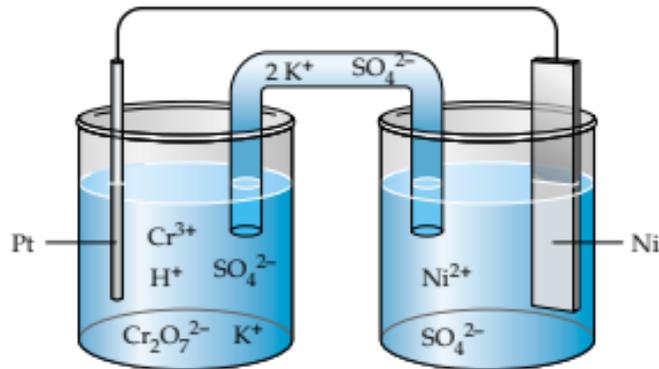
Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan benar

- Gambar sel Galvani berikut mempunyai elektroda Timbal (Pb) dan seng (Zn)



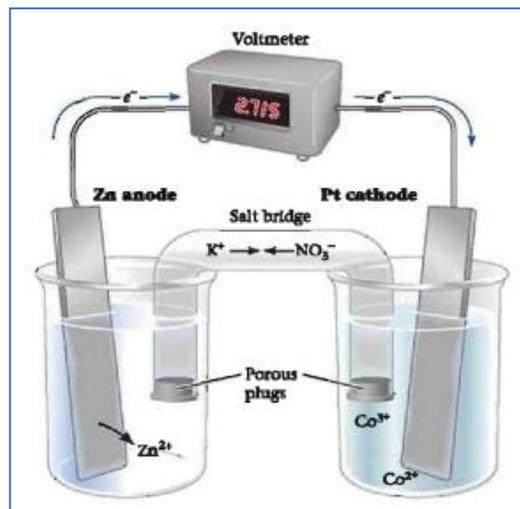
- Berilah label pada elektroda dan identifikasi ion-ion yang ada dalam larutan!
- Berilah label pada anoda dan katoda!
- Tunjukkan arah aliran elektron dan arah ion dalam larutan

2. Perhatikan sel galvani berikut:



- Identifikasi katoda dan anoda!
- Tuliskan reaksi sel!
- Tuliskan notasi sel!

3. Perhatikan diagram sel volta dari reaksi redoks spontan berikut:



Berdasarkan analisa kalian, Tentukan:

- Identifikasi katoda dan anoda
- Tentukan setengah reaksi oksidasi dan reduksi
- Tentukan notasi sel volta

4. Pertimbangkan sel galvani berikut:

- $\text{Cu}(s) | \text{Cu}^{2+}(1 \text{ M}) || \text{Fe}^{3+}(1 \text{ M}), \text{Fe}^{2+}(1 \text{ M}) | \text{Pt}(s)$
- $\text{Cu}(s) | \text{Cu}^{2+}(1 \text{ M}) || \text{Fe}^{3+}(1 \text{ M}), \text{Fe}^{2+}(5 \text{ M}) | \text{Pt}(s)$
- $\text{Cu}(s) | \text{Cu}^{2+}(0.1 \text{ M}) || \text{Fe}^{3+}(0.1 \text{ M}), \text{Fe}^{2+}(0.1 \text{ M}) | \text{Pt}(s)$

- Buatlah rangkaian sel volta, kemudian beri label bagian anoda dan katoda, tentukan arah aliran elektron dan ion
- Manakah dari ketiga sel yang mempunyai potensial terbesar dan manakah yang mempunyai potensial sel terkecil, jelaskan

5. Perhatikan wacana berikut:

Logam nikel bereaksi spontan dengan ion Cu^{2+} , menghasilkan logam Cu dan ion Ni^{2+} . Serbuk tembaga yang terbentuk menempel pada logam nikel, seiring dengan memudarnya warna biru ion Cu^{2+} berubah menjadi hijau ion Ni^{2+} .



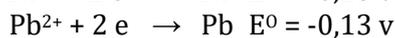
- Buatlah rancangan sel volta agar reaksi redoks spontan diatas dapat menghasilkan listrik!
- Tentu katoda, anoda dan elektrolit yang digunakan!
- Tulislah reaksi selnya?

E. Latihan Soal

Petunjuk :

Orang yang ingin mencapai kesuksesan harus melewati berbagai kesulitan. Kalau kamu menganggap soal-soal ini sebagai kesulitan dan berusaha untuk mengerjakannya dengan jujur, kelak kamu akan sukses!

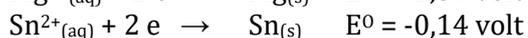
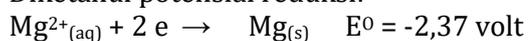
1. Diketahui



Potensial standar sel volta yang terdiri dari elektroda Ni dan Pb adalah ...

- 0,38 v
- 0,03 v
- +0,12 v
- +0,25 v
- +0,38 v

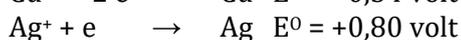
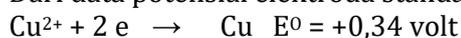
2. Diketahui potensial reduksi:



Dengan data tersebut disusun sel volta. Pernyataan di bawah ini yang benar adalah

- logam Mg sebagai katoda
- reaksi: $\text{Sn} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg} + \text{Sn}^{2+}$ berlangsung spontan
- potensial sel yang terjadi +2,57 volt
- logam Sn bertindak sebagai elektrode positif
- elektroda Sn larut

3. Dari data potensial elektroda standar berikut



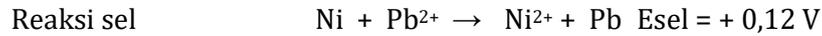
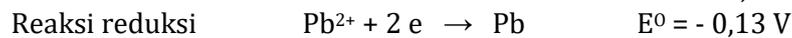
Maka reaksi $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ memiliki potensial sel ...

- A. 0,06 v
 B. 0,46 v
 C. 0,57 v
 D. 1,14 v
 E. 1,26 v
4. Dari tiga logam X, Y dan Z diketahui Y dapat bereaksi dengan X dan Z, Z tidak dapat bereaksi dengan Y akan tetapi dapat bereaksi dengan X. Sedangkan X tidak dapat bereaksi dengan Y dan Z. Urutan ketiga logam dalam deret volta adalah
- A. Y - Z - X
 B. X - Y - Z
 C. Z - X - Y
 D. Z - Y - X
 E. X - Z - Y
5. Berdasarkan deret volta, reaksi elektrokimia yang dapat berlangsung secara spontan adalah
- A. $\text{Sn}_{(s)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)}$
 B. $\text{Sn}^{2+}_{(aq)} + \text{Fe}_{(s)} \rightarrow \text{Sn}_{(s)} + \text{Fe}^{2+}_{(aq)}$
 C. $\text{Pb}_{(s)} + \text{Zn}^{2+}_{(aq)} \rightarrow \text{Pb}^{2+}_{(aq)} + \text{Zn}_{(s)}$
 D. $3\text{Mg}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Al}_{(s)} \rightarrow 3\text{Mg}_{(s)} + 2\text{Al}^{3+}_{(aq)}$
 E. $\text{Pb}_{(s)} + 2\text{Ag}^{+}_{(aq)} \rightarrow \text{Pb}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Ag}_{(s)}$

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN

1. Jawab C

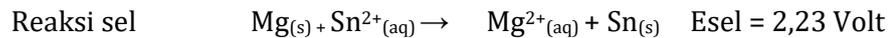
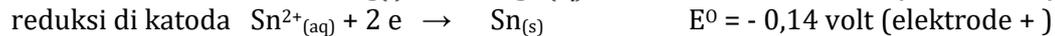
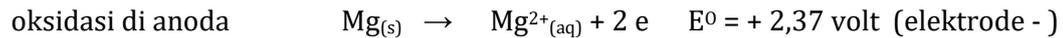
Potensial standar sel volta :



Jadi potensial standar sel volta yang terdiri dari elektroda Ni dan Pb adalah 0,12 Volt

2. Jawab D

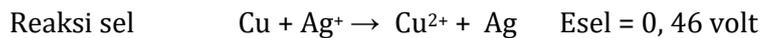
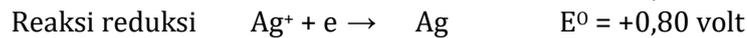
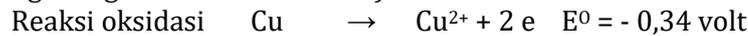
Susunan sel Volta



Pernyataan yang benar logam Sn bertindak sebagai elektrode positif (D)

3. Jawab B

Harga potensial sel reaksi $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$ (Cu mengalami reaksi oksidasi dan Ag mengalami reaksi reduksi)



4. Jawab A

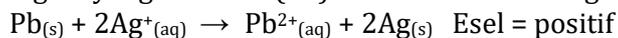
- Y dapat bereaksi dengan X dan Z berarti Y posisi sebelah kiri dari X dan Z
- Z tidak dapat bereaksi dengan Y akan tetapi dapat bereaksi dengan X. berarti Z disebelah kanan Y dan disebelah kiri X
- X tidak dapat bereaksi dengan Y dan Z berarti X disebelah kanan Y dan Z
- Jadi urutan dalam deret volta Y, Z, X

Kata kunci : dapat bereaksi = posisi pada deret volta disebelah di kiri

Tidak dapat bereaksi = posisi pada deret volta disebelah di kanan

5. Jawab E

Reaksi berlangsung spontan jika harga Esel bernilai positif, cirinya pada deret volta logam yang bereaksi (Pb) disebelah kiri ion logam (2Ag^+).



Perhatian

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban Latihan 1 yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu terhadap materi Kegiatan Belajar 1.

- Pedoman penilaian
 $\text{Nilai} = (\text{Jawaban benar}/5) \times 100$
- Kategori tingkat penguasaanmu
 - 90 - 100 = baik sekali
 - 80 - 89 = baik
 - 70 - 79 = cukup
 - < 70 = kurang

- Apabila mencapai tingkat penguasaan ≥ 80 , Ananda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Namun, jika masih di bawah 80, Ananda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai. Semangat....!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

| NO | PERTANYAAN | JAWABAN | |
|----|--|---------|-------|
| | | YA | TIDAK |
| 1 | Saya dapat mengidentifikasi susunan sel Volta | | |
| 2 | Saya dapat menjelaskan prinsip kerja sel volta | | |
| 3 | Saya dapat menghitung harga poyensial sel berdasarkan data potensial standar | | |
| 4 | Saya dapat menganalisis sel volta untuk menentukan keaktifan logam | | |

- Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pada bagian ini
- Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

SEL VOLTA DALAM KEHIDUPAN SEHARI HARI

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah kegiatan pembelajaran 2 ini Anda diharapkan dapat:

1. Memahami sel volta dalam kehidupan sehari hari
2. Mengajukan rancangan sel volta menggunakan bahan di sekitar

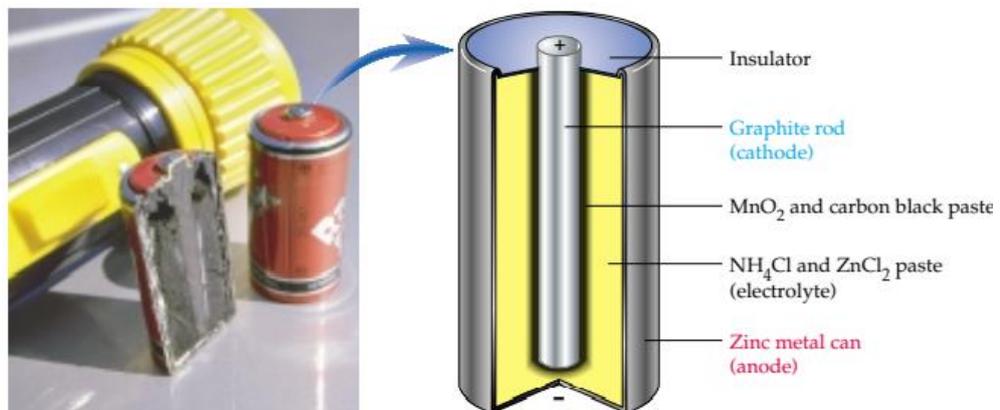
B. Uraian Materi

1. Sel Volta Dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Baterai kering (sel *Leclanche*)

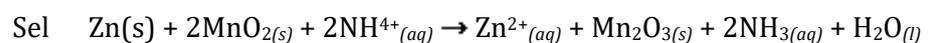
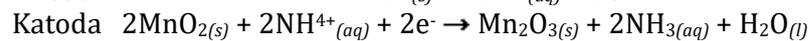
Sel baterai merupakan pengembangan dari sel Leclanche (1839-1882), dengan desain awal yang tetap dipertahankan, yakni sel kering mangan. Sel kering mangan terdiri dari 3 komponen utama yaitu bungkus dalam zink (Zn) sebagai elektroda negatif (anoda), batang karbon (C) sebagai elektroda positif (katoda) dan pasta MnO_2 dan NH_4Cl yang berperan sebagai elektrolit.

Baterai ini banyak digunakan untuk senter, radio, dan mainan. Potensial sel sebesar 1,5 V dan menurun sejalan dengan lama pemakaian. **Sel Leclanche tidak dapat diisi ulang sehingga disebut sel primer**



Gambar 4. Komponen Sel Kering
(Sumber: Masterton, Hurley, 2011)

Pada sel kering, reaksi oksidasi terjadi pada logam seng dan reaksi reduksi terjadi pada karbon yang inert. Elektrolitnya adalah pasta MnO_2 , $ZnCl_2$, $NHCl$ dan karbon hitam. Reaksi:

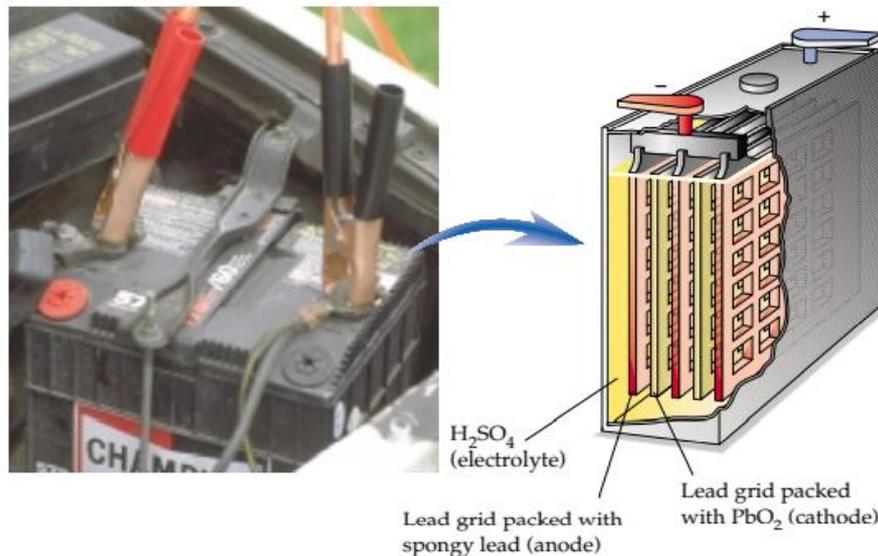
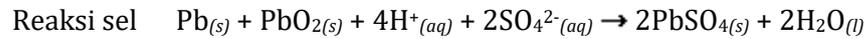
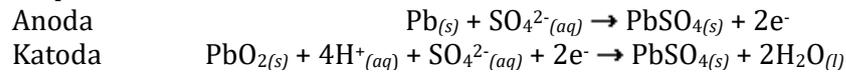


b. Sel Aki

Aki merupakan sel Volta yang banyak digunakan dalam kendaraan bermotor. **Sel aki dapat diisi ulang kembali sehingga disebut sel sekunder.** Aki disusun dari lempeng timbal (Pb) dan timbal oksida (PbO_2) yang dicelupkan dalam larutan

asam sulfat (H_2SO_4). Apabila aki memberikan arus maka lempeng timbal bertindak sebagai anoda dan lempeng timbal dioksida (PbO_2) sebagai katoda.

Reaksi pemakaian aki



Gambar 5. Komponen Sel Accu
(Sumber: Masterton, Hurley, 2011)

Pada kedua elektrode terbentuk timbal sulfat (PbSO_4). Apabila keping tertutup oleh PbSO_4 dan elektrolitnya telah diencerkan oleh air yang dihasilkan, maka sel akan menjadi kosong. Untuk mengisi kembali, maka elektron harus dialirkan dalam arah yang berlawanan menggunakan sumber listrik dari luar.

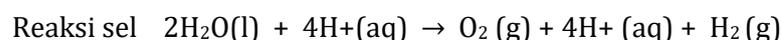
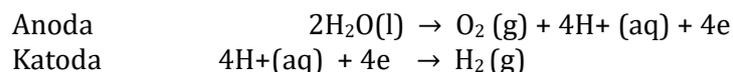
Contoh soal

Pada aki model lama dengan anoda Pb, kadang kadang ditambahkan air aki, jelaskan peristiwa ini!

Jawab

Air aki dalam kendaraan bermotor dapat berkurang karena dua hal:

- Kemungkinan adanya proses penguapan
- Reaksi antara H_2O membentuk O_2 dan H_2 akibat pengisian aki terlalu cepat sehingga air terelektrolisis, oleh karena itu setiap sel aki dilengkapi dengan sistem penting untuk pembuangan gas O_2 dan H_2 untuk mencegah terjadinya ledakan.



2. Merancang Sel Volta dari Bahan Sekitar

Baterai garam dapur (NaCl)

Baterai garam dapur adalah contoh aplikasi sel volta paling sederhana. Dari sudut pandang *engineering*, jika dua jenis logam yang berbeda dimasukkan dalam larutan elektrolit maka akan didapatkan baterai.

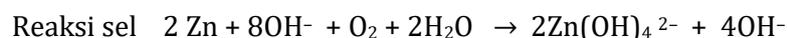
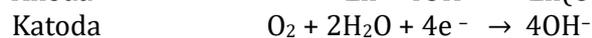
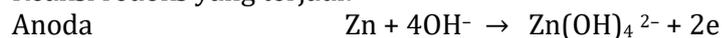
Bahan yang digunakan : larutan 2 sendok makan garam per 200 cc air, lempengan seng bisa menggunakan kaleng bekas minuman sebagai anoda bermuatan negatif, sil karet untuk membatasi kedua lempengan agar tidak bersentuhan, lempengan tembaga sebagai katoda bermuatan positif, kipas angin atau lampu led untuk menguji keberadaan daya listrik searah (DC) dan kabel kecil yang diberi penjepit buaya tiap ujungnya

Hasil percobaan menunjukkan satu sel baterai NaCl menghasilkan tegangan 0,34 Volt. Setelah beberapa saat pemakaian, teramati terbentuknya lapisan hitam pada elektroda seng.

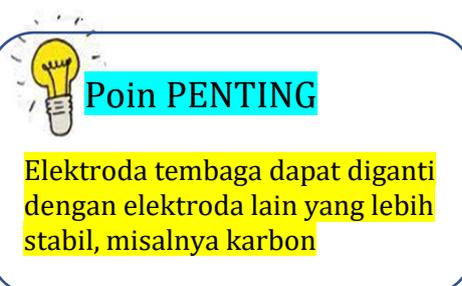


Gambar 6. Uji terbatas sel Volta dari garam dapur

Reaksi redoks yang terjadi:



Berdasarkan percobaan sederhana ini dapat dipahami mengapa sel ini disebut baterai seng udara. Karena, oksigen dari udara bereaksi dengan seng, sedangkan elektroda tembaga hanya berfungsi mengalirkan elektron.



C. Rangkuman

1. Baterai dan aki adalah contoh sel volta yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Baterai termasuk sel primer sedangkan aki termasuk sel sekunder.
2. Sel volta dapat dibuat dari bahan sederhana yang terdapat di lingkungan, contohnya baterai garam dapur, yang disebut juga baterai seng udara.

D. Penugasan Mandiri

Membuat baterai sekam padi

1. Baterai yang tersedia secara komersial mengandung logam berat seperti merkuri, timbal, kadmium dan nikel, yang mencemari lingkungan apabila baterai tidak dibuang dengan benar.

Bio-baterai merupakan suatu baterai yang berasal dari bahan alam yang ramah lingkungan dan tidak mengandung bahan kimia yang berbahaya. Jika elektrolit dari baterai bekas diganti dengan pasta arang sekam padi dan garam dapur maka buatlah rancangan percobaan untuk membuktikan hipotesis, "Limbah baterai kering dan pasta arang sekam-pada-garam dapur dapat dibuat biobaterai yang ramah lingkungan dan ekonomis".



Memasukan pasta dalam baterai



Pelabelan, baterai siap diuji coba

Berdasarkan data hasil pengamatan dari percobaan yang telah dilakukan, jawablah pertanyaan berikut!

- a. Apakah serbuk arang sekam padi yang kalian gunakan termasuk bahan alami yang dapat digunakan untuk uji kelistrikan baterai? Mengapa harus ditambahkan garam NaCl?
- b. Berdasarkan data yang kalian dapatkan, tentukan keefektifan pasta sekam-NaCl ketika digunakan sebagai elektrolit pengganti baterai bekas?

E. Latihan Soal

1. Perhatikan beberapa fakta-fakta tentang baterai berikut :
 - (1) Bungkus dalam baterai berupa zink (Zn) sebagai elektroda positif
 - (2) Batang karbon (C) sebagai katoda
 - (3) Elektrolit menggunakan pasta MnO_2 dan NH_4Cl
 - (4) Reaksi oksidasi terjadi pada logam seng
 - (5) Reaksi reduksi terjadi pada karbon dan seng luar

Pernyataan yang benar tentang sel baterai sebagai sel kering adalah ...

- A. 1, 2, 3
- B. 2, 3, 4

- C. 2, 3, 5
 D. 1, 2, 4
 E. 3, 4, 5
2. Suatu sel baterai dibuat menggunakan elektroda seng dan karbon serta elektroda pasta MnO_2 dan NH_4Cl , Reaksi yang mungkin terjadi pada elektroda negatif dari sel baterai tersebut adalah
- A. $\text{Zn}_{(s)} \rightarrow \text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^-$
 B. $2\text{H}_2\text{O}(l) \rightarrow \text{O}_2(g) + 4\text{H}^+(aq) + 4e^-$
 C. $4\text{H}^+(aq) + 4e^- \rightarrow \text{H}_2(g)$
 D. $\text{Zn}^{2+}_{(aq)} + 2e^- \rightarrow \text{Zn}_{(s)}$
 E. $\text{C}_{(s)} \rightarrow \text{C}^{4-}_{(aq)} + 4e^-$
3. Aki mobil mempunyai elektroda Pb dan PbO_2 . Sewaktu aki menghasilkan arus listrik terjadi perubahan
- A. Pb menjadi PbSO_4 , sedangkan PbO_2 tetap
 B. Pb menjadi PbO dan PbO_2 menjadi Pb_3O_4
 C. Pb dan PbO_2 keduanya menjadi PbSO_4
 D. Pb menjadi Pb_3O_4 , dan PbO_2 menjadi PbO
 E. Pb dan PbO keduanya menjadi PbO
4. Fakta-fakta yang mendukung bahwa sel aki merupakan sel sekunder adalah
- A. Sel aki disusun dari lempeng timbal (Pb) dan timbal oksida (PbO_2)
 B. Sel aki menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai elektrolit
 C. Apabila aki sedang digunakan maka lempeng timbal bertindak sebagai anoda
 D. Lempeng timbal dioksida (PbO_2) pada aki merupakan elektroda positif
 E. Sel aki dapat diisi ulang walaupun elektrolitnya telah diencerkan oleh air dan keping tertutup oleh PbSO_4
5. Baterai sederhana dapat dibuat melarutkan 2 sendok makan garam dapur per 200 cc air, larutan ini digunakan sebagai elektrolit, sedangkan elektroda digunakan seng dan tembaga. Alasan yang paling tepat sel ini disebut baterai seng udara adalah
- A. Lempengan tembaga digunakan sebagai katoda sehingga bermuatan positif
 B. Lempengan seng digunakan sebagai anoda sehingga bermuatan negatif
 C. Setelah beberapa saat pemakaian, terbentuk lapisan hitam pada elektroda seng
 D. Oksigen dari udara bereaksi dengan seng, sedangkan elektroda tembaga berfungsi mengalirkan elektron
 E. Elektrolit garam dapur bereaksi dengan udara sehingga elektroda seng terjadi lapisan hitam

KUNCI JAWABAN DAN PEMBAHASAN

1. Jawab B

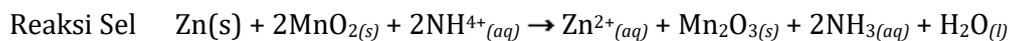
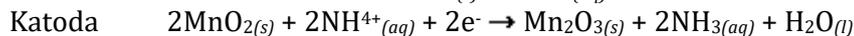
Pernyataan yang benar tentang sel baterai sebagai sel kering

- Bungkus dalam baterai berupa zink (Zn) sebagai elektroda negatif
- Batang karbon (C) sebagai katoda / elektroda positif
- Elektrolit menggunakan pasta MnO_2 dan NH_4Cl
- Reaksi oksidasi terjadi pada logam seng
- Reaksi reduksi terjadi pada elektroda karbon

Jawaban yang benar no 2, 3, 4

2. Jawab A

Sel baterai dibuat menggunakan elektroda seng dan karbon serta elektroda pasta MnO_2 dan NH_4Cl , reaksi kimia yang terjadi :



3. Jawab C

Ketika aki mobil digunakan, menghasilkan arus listrik, maka reaksi sel yang terjadi adalah $\text{Pb}_{(s)} + \text{PbO}_{2(s)} + 4\text{H}^{+}_{(aq)} + 2\text{SO}_4^{2-}_{(aq)} \rightarrow 2\text{PbSO}_{4(s)} + 2\text{H}_2\text{O}_{(l)}$

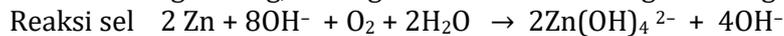
Jadi elektroda Pb dan PbO_2 diubah menjadi PbSO_4

4. Jawab E

Sel aki merupakan sel sekunder karena sel aki dapat diisi ulang walaupun elektrolitnya telah diencerkan oleh air dan keping tertutup oleh PbSO_4

5. Jawab D

Baterai garam dapur disebut juga baterai seng udara karena oksigen dari udara bereaksi dengan seng, sedangkan elektroda tembaga berfungsi mengalirkan elektron.


Perhatian

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban Latihan 1 yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu

- Pedoman penilaian

$$\text{Nilai} = (\text{Jawaban benar}/5) \times 100$$

- Kategori tingkat penguasaanmu

$$90 - 100 = \text{baik sekali}$$

$$80 - 89 = \text{baik}$$

$$70 - 79 = \text{cukup}$$

$$< 70 = \text{kurang}$$

- Apabila mencapai tingkat penguasaan ≥ 80 , Ananda dapat meneruskan dengan Kegiatan Belajar 2. Bagus! Namun, jika masih di bawah 80, Ananda harus mengulangi materi Kegiatan Belajar 1, terutama bagian yang belum dikuasai. Semangat....!

F. Penilaian Diri

Jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut dengan jujur dan bertanggungjawab!

| NO | PERTANYAAN | JAWABAN | |
|----|--|---------|-------|
| | | YA | TIDAK |
| 1 | Saya memahami prinsip kerja baterai kering | | |
| 2 | Saya memahami prinsip kerja aki | | |
| 3 | Saya dapat merancang baterai garam dapur | | |
| 4 | Saya dapat merancang baterai sekam padi | | |

- Bila ada jawaban "Tidak", maka segera lakukan review pada bagian ini
- Bila semua jawaban "Ya", maka Anda dapat melanjutkan ke pembelajaran berikutnya.

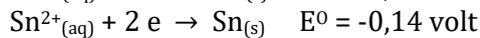
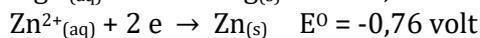
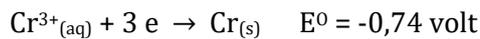
EVALUASI

(PENILAIAN HARIAN KD 3.4 SEL VOLTA DAN PENERAPANNYA DALAM KEHIDUPAN)

Petunjuk :

Waktunya untuk menguji kemampuanmu dalam mempelajari konsep sel volta dan aplikasinya dalam kehidupan. Di sini, kamu masih akan ketemu dengan kunci jawaban untuk mengukur kemampuanmu. Dan tentu, teruslah bersemangat untuk mencoba dan periksalah pekerjaanmu dengan seksama dan jangan lupa berdoa.

1. Diketahui data potensial elektroda sebagai berikut:



Reaksi yang dapat berlangsung spontan dan menghasilkan harga potensial sel terbesar adalah

- A. $\text{Mg} + \text{Sn}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Sn}$
- B. $\text{Cr} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Cr}^{3+} + \text{Zn}$
- C. $\text{Sn} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Sn}^{2+} + \text{Mg}$
- D. $\text{Zn} + \text{Cr}^{3+} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cr}$
- E. $\text{Mg} + \text{Zn}^{2+} \rightarrow \text{Mg}^{2+} + \text{Zn}$

2. Diketahui potensial reduksi :



Dengan data tersebut disusun sel volta. Pernyataan di bawah ini yang benar adalah

- A. logam Mg sebagai katoda
- B. reaksi $\text{Sn} + \text{Mg}^{2+} \rightarrow \text{Mg} + \text{Sn}^{2+}$ berlangsung spontan
- C. potensial sel yang terjadi +2,57 volt
- D. logam Sn bertindak sebagai elektroda positif
- E. elektroda Sn larut

3. Diketahui potensial reduksi:

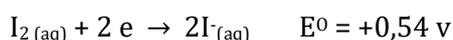


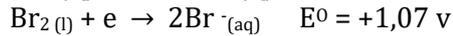
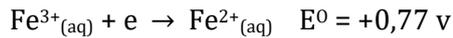
Potensial untuk reaksi



- A. -11,9 v
- B. -4,53 v
- C. -1,21 v
- D. + 5,26 v
- E. + 11,9 v

4. Diketahui harga potensial reduksi:





Reaksi berikut yang tidak dapat berlangsung spontan adalah

- A. $\text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})} + 2\text{I}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Cu}_{(\text{s})} + \text{I}_2 (\text{s})$
- B. $\text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 2\text{I}^{-}_{(\text{aq})} \rightarrow \text{Fe}^{2+}_{(\text{s})} + \text{I}_2 (\text{s})$
- C. $2\text{I}^{-}_{(\text{aq})} + \text{Br}_2 (\text{l}) \rightarrow 2\text{Br}^{-}_{(\text{aq})} + \text{I}_2 (\text{s})$
- D. $\text{Br}_2 (\text{l}) + \text{Cu}_{(\text{s})} \rightarrow 2\text{Br}^{-}_{(\text{aq})} + \text{Cu}^{2+}_{(\text{aq})}$
- E. $\text{Fe}^{2+}_{(\text{aq})} + \text{Br}_2 (\text{l}) \rightarrow \text{Fe}^{3+}_{(\text{aq})} + 2\text{Br}^{-}_{(\text{aq})}$

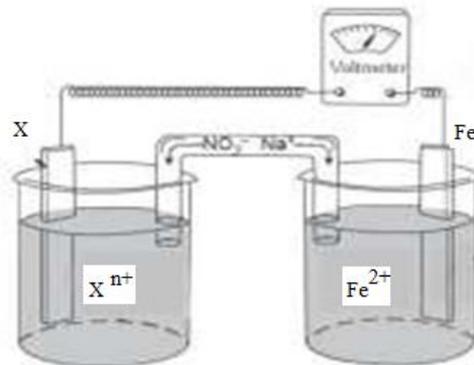
5. Diketahui harga potensial sel dari:



Notasi sel yang tidak berlangsung spontan adalah

- A. $\text{Fe} | \text{Fe}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$
- B. $\text{Zn} | \text{Zn}^{2+} || \text{Fe}^{2+} | \text{Fe}$
- C. $\text{Mg} | \text{Mg}^{2+} || \text{Cu}^{2+} | \text{Cu}$
- D. $\text{Al} | \text{Al}^{3+} || \text{Zn}^{2+} | \text{Zn}$
- E. $\text{Cu} | \text{Cu}^{2+} || \text{Al}^{3+} | \text{Al}$

6. Perhatikan diagram sel volta dengan elektroda besi dan elektroda X berikut:



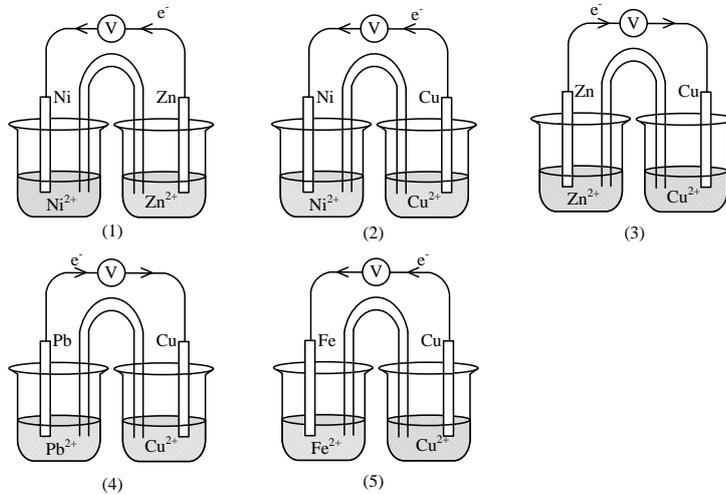
Tabel berikut adalah harga potensial elektroda standar dari beberapa logam :

| Logam | P | Q | R | S | T |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Harga E° | - 1,66 V | - 0,76 V | - 0,14 V | - 0,13 V | + 0,80 V |

Jika harga potensial elektroda standar besi adalah - 0,44 Volt, maka dapat disimpulkan bahwa logam yang paling efektif digunakan untuk proteksi katodik besi adalah

- A. P
- B. Q
- C. R
- D. S
- E. T

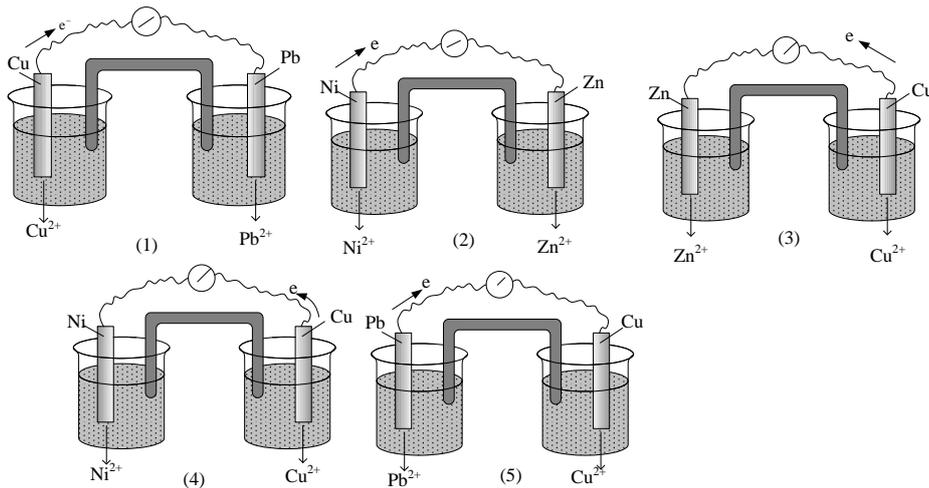
7. Perhatikan gambar rangkaian sel Volta berikut!



Nomor gambar, notasi sel, harga E^0 sel yang tepat adalah

| | Nomor Gambar | Notasi Sel | Harga E^0 |
|----|--------------|--------------------------|-------------|
| A. | (1) | $Zn Zn^{2+} Ni^{2+} Ni$ | positif |
| B. | (2) | $Cu Cu^{2+} Ni^{2+} Ni$ | positif |
| C. | (3) | $Zn Zn^{2+} Cu Cu^{2+}$ | negatif |
| D. | (4) | $Pb Pb^{2+} Cu Cu^{2+}$ | negatif |
| E. | (5) | $Fe^{2+} Fe Cu Cu^{2+}$ | positif |

8. Perhatikan rangkaian sel Volta berikut!

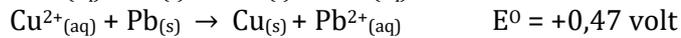
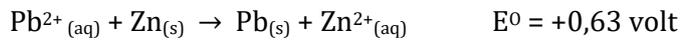
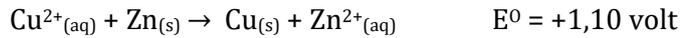


Nomor gambar, notasi sel, dan harga E^0 sel yang tepat adalah

| | No. | Notasi sel | Nilai E^0 sel |
|----|-----|--------------------------|-----------------|
| A. | (1) | $Cu Cu^{2+} Pb^{2+} Pb$ | positif |
| B. | (2) | $Ni Ni^{2+} Zn^{2+} Zn$ | positif |
| C. | (3) | $Cu Cu^{2+} Zn^{2+} Zn$ | positif |

| | | | |
|----|-----|--|---------|
| D. | (4) | Ni Ni ²⁺ Cu ²⁺ Cu | negatif |
| E. | (5) | Pb Pb ²⁺ Cu ²⁺ Cu | positif |

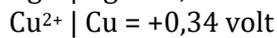
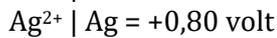
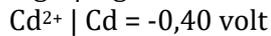
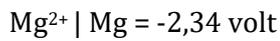
9. Diketahui potensial reduksi standar untuk reaksi sel berikut:



Berdasarkan harga-harga potensial sel di atas dapat disimpulkan bahwa urutan ketiga logam di atas urutan-urutan reduktor yang menurun adalah

- A. Pb, Zn, Cu
- B. Zn, Pb, Cu
- C. Cu, Zn, Pb
- D. Cu, Pb, Zn
- E. Zn, Cu, Pb

10. Diketahui data E^0 :



Logam di atas yang dapat digunakan untuk melindungi pipa air yang ada dalam tanah terbuat dari besi ($E^0 \text{Fe}^{2+} | \text{Fe} = -0,44 \text{ volt}$) sebagai proteksi katoda adalah

- A. Cu
- B. Cd
- C. Ag
- D. Mg
- E. Cu dan Ag

Kunci jawaban

| NO SOAL | KUNCI |
|---------|-------|
| 1 | E |
| 2 | D |
| 3 | C |
| 4 | A |
| 5 | E |
| 6 | A |
| 7 | A |
| 8 | E |
| 9 | B |
| 10 | D |

Perhatian

Cocokkanlah jawaban kamu dengan Kunci Jawaban Latihan 1 yang terdapat di bawah ini. Hitunglah jawaban yang benar. Kemudian, gunakan rumus berikut untuk mengetahui tingkat penguasaanmu

- Pedoman penilaian
Nilai = $(\text{Jawaban benar}/5) \times 100$
- Konversi tingkat penguasaan:
90 - 100% = baik sekali
80 - 89% = baik
70 - 79% = cukup
< 70% = kurang
- Apabila mencapai tingkat penguasaan ≥ 80 , Ananda telah tuntas dalam belajar sel volta dan aplikasinya. Bagus! Namun, jika masih di bawah 80, Ananda harus melakukan remedial dengan cara mengulangi materi Kegiatan Belajar, terutama bagian yang belum dikuasai. Semangat....!

DAFTAR PUSTAKA

<https://sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/sumberbelajar/tampil/Sel-Elektrokimia-2015/konten1.html>. Diakses 9 September 2020

John e Mcmurry & Robert c Fay & Jordan Fantini. 2012. Chemistry. London: Prentice Hall.

Setiyana. 2015. My Dream In Chemistry, Kelas XII MIPA semester 1. Bandung : Tinta Emas Publishing

William L. Masterton, Cecile N. Hurley, Edward Neth. 2011. Chemistry: Principles and Reactions. Cengage Learning Published