

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

SEL VOLTA ATAU SEL GALVANI

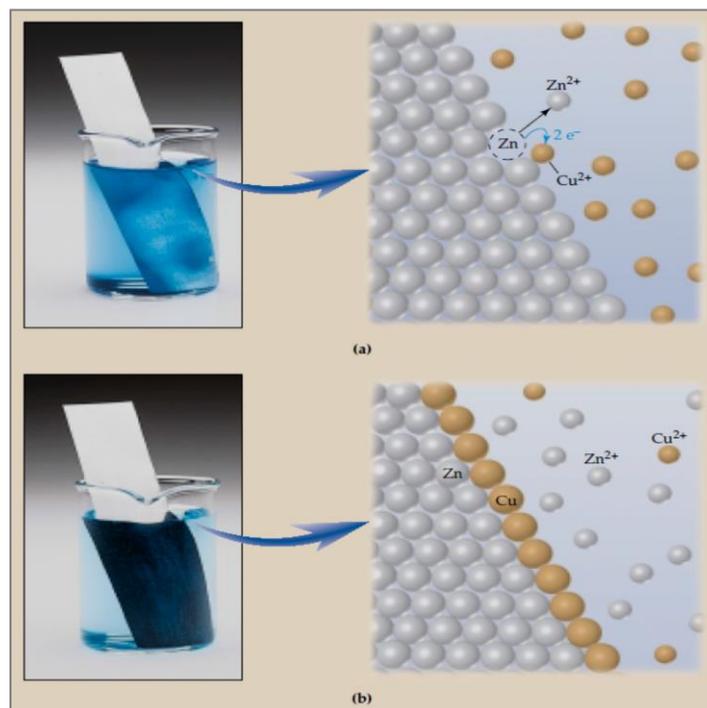
A. Tujuan Pembelajaran

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:

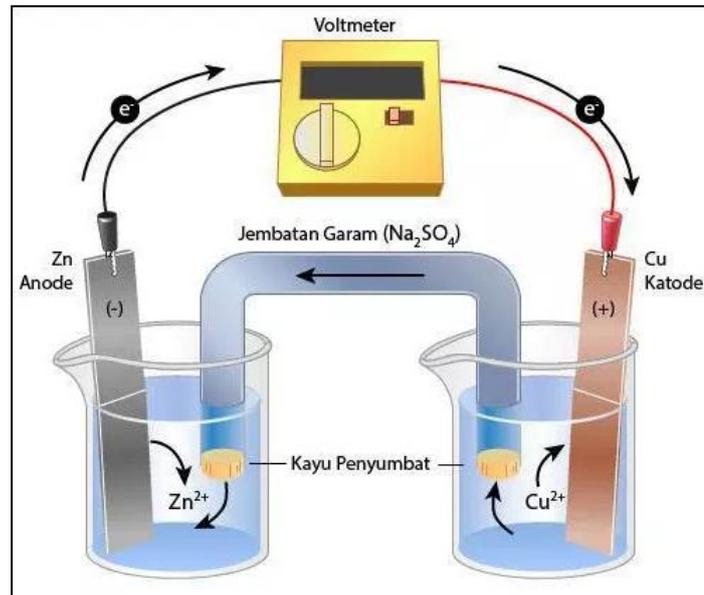


Tentu kalian ada yang bertanya, bagaimana cara membuat rangkaian yang dapat mengubah reaksi redoks spontan menjadi energi listrik? Bagaimana susunan selnya? Yuk, simak diskusi kita tentang sel Volta.

1. Prinsip kerja sel Volta

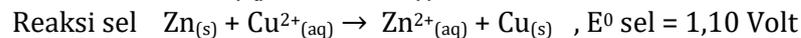
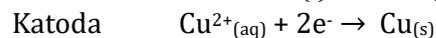
Sel volta adalah sel elektrokimia dimana energi kimia dari reaksi redoks spontan diubah menjadi energi listrik.

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



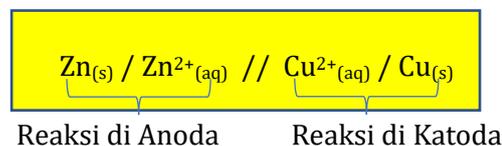
Gambar 2. Diagram sel Volta dan bagian-bagiannya
(Sumber : sumberbelajar.belajar.kemdikbud.go.id/)

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:

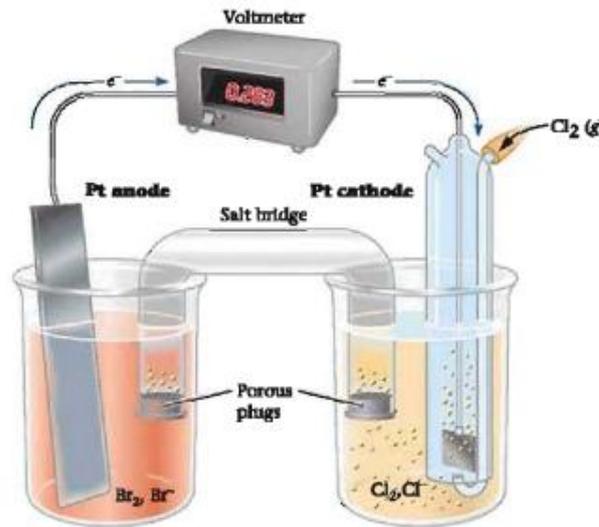


Contoh soal

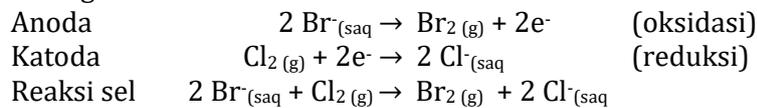
1. Jika gas klorin dimasukkan dalam larutan NaBr, akan terjadi reaksi spontan dan terbentuk ion klorin dan larutan bromin.
 - a. Gambarkan diagram sel volta, dan berilah keterangan anoda, katoda dan aliran elektronnya
 - b. Tuliskan setengah reaksi oksidasi dan reduksi serta reaksi sel
 - c. Tuliskan 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 :
 $\text{Pt}/\text{Br}_2, \text{Br}^- // \text{Cl}^-, \text{Cl}_2/\text{Pt}$



Cara mengingat : KPAN

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



2. Potensial Sel

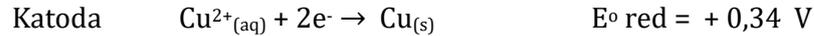
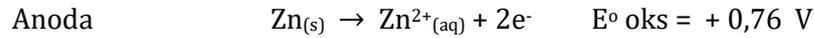
Potensial elektroda yang dibandingkan dengan elektroda hidrogen yang diukur pada suhu 25 °C dan tekanan 1 atm disebut potensial elektroda standar (E°).

Jawab

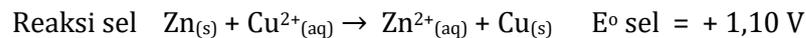
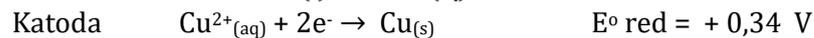
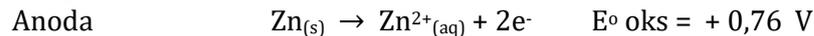
- a. Unsur yang mempunyai E° lebih besar mengalami reaksi reduksi yaitu Cu dan unsur yang mempunyai E° lebih kecil mengalami reaksi oksidasi yaitu Ag, maka

- Katoda : logam Cu
- Anoda : logam Ag

- b. Reaksi pada elektroda



- c. Harga E° sel



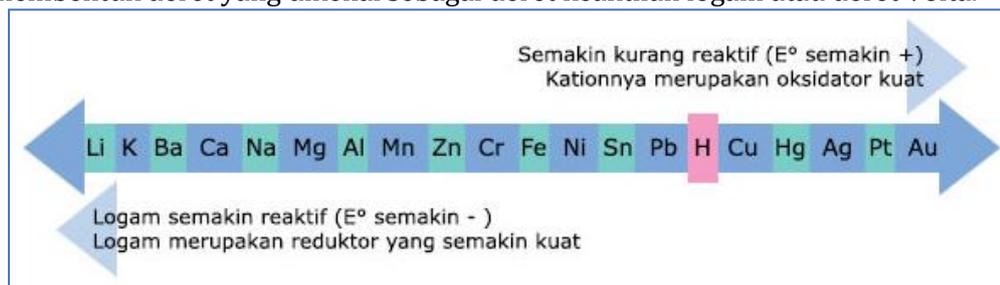
Atau menggunakan rumus

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

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

3. Deret Volta

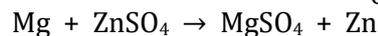
Unsur-unsur yang disusun berdasarkan urutan potensial elektroda standar membentuk deret yang dikenal sebagai deret keaktifan logam atau deret Volta.



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 : $\text{Fe}^{2+} < \text{I}^- < \text{H}_2\text{S}$

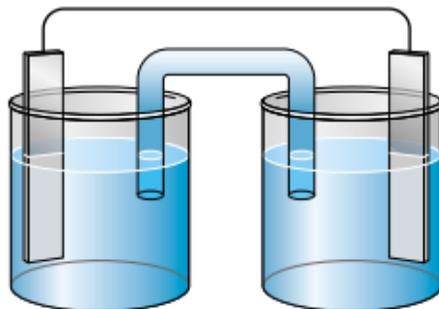
C. Rangkuman

- 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

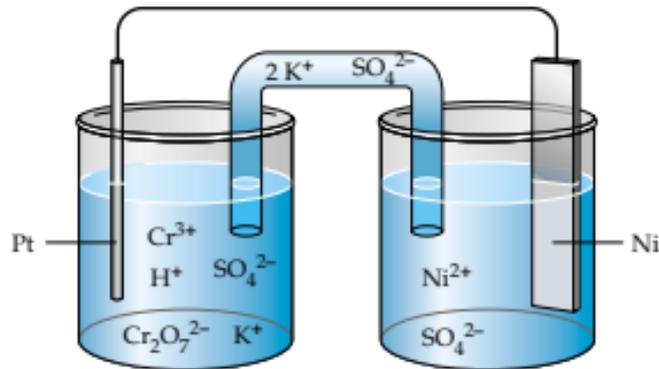
Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan benar

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



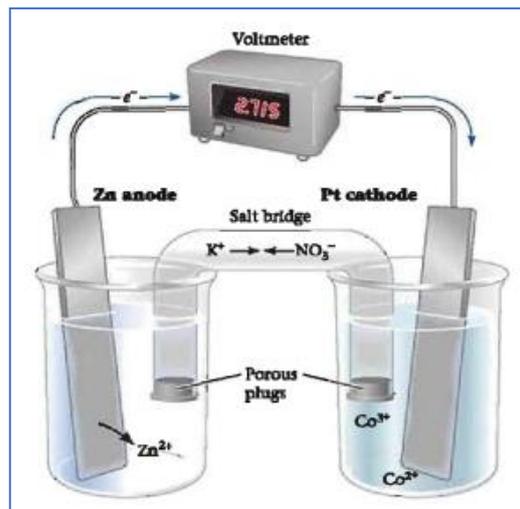
- Berilah label pada elektroda dan identifikasi ion-ion yang ada dalam larutan!
- Berilah label pada anoda dan katoda!
- Tunjukkan arah aliran elektron dan arah ion dalam larutan

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

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

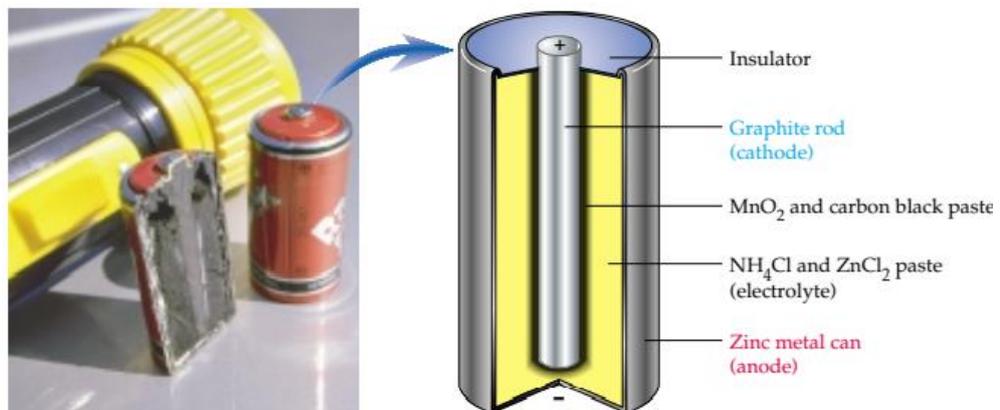
B. Uraian Materi

1. Sel Volta Dalam Kehidupan Sehari-hari

a. Baterai kering (sel *Leclanche*)

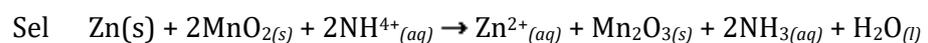
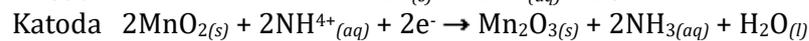
Sel baterai merupakan pengembangan dari sel Leclanche (1839-1882), dengan desain awal yang tetap dipertahankan, yakni sel kering mangan. Sel kering mangan terdiri dari 3 komponen utama yaitu bungkus dalam zink (Zn) sebagai elektroda negatif (anoda), batang karbon (C) sebagai elektroda positif (katoda)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

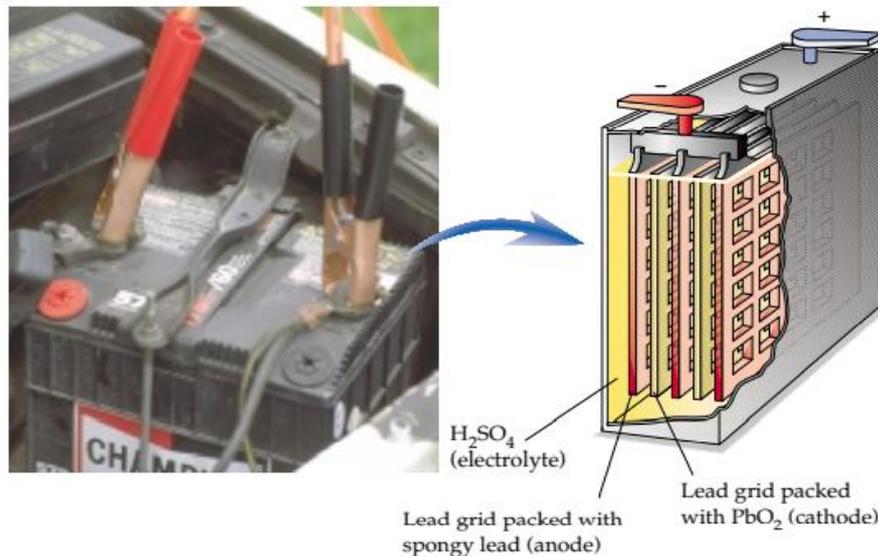
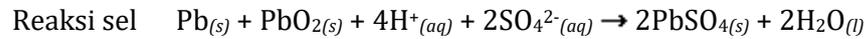
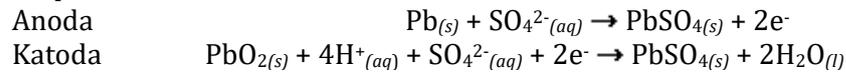


b. Sel Aki

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.

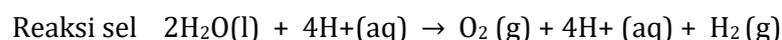
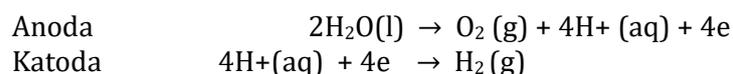
Contoh soal

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.

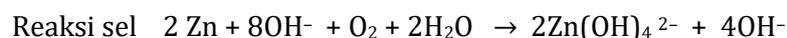
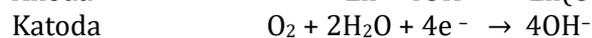
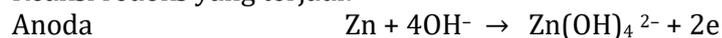
Bahan yang digunakan : larutan 2 sendok makan garam per 200 cc air, lempengan seng bisa menggunakan kaleng bekas minuman sebagai anoda bermuatan negatif, sil karet untuk membatasi kedua lempengan agar tidak bersentuhan, lempengan tembaga sebagai katoda bermuatan positif, kipas angin atau lampu led untuk 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.



Poin PENTING

Elektroda tembaga dapat diganti dengan elektroda lain yang lebih stabil, misalnya karbon