



**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
Departemen Kimia - FMIPA  
Universitas Gadjah Mada (UGM)

## ELEKTROKIMIA

### Konsep Dasar Reaksi Elektrokimia

**Drs. Iqmal Tahir, M.Si.**

Laboratorium Kimia Fisika, Departemen Kimia  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 55281

Tel : 0857 868 77886; Fax : 0274-545188

Email :

iqmal@ugm.ac.id

atau

iqmal.tahir@yahoo.com

Website :

<http://iqmal.staff.ugm.ac.id>

<http://iqmaltahir.wordpress.com>



## Electricity + Chemistry

**Elektrokimia** adalah cabang ilmu kimia fisik yang mempelajari reaksi kimia yang berlangsung pada :

- antarmuka dari elektroda, seperti padat logam atau semikonduktor,
- konduktor ionik berupa larutan elektrolit.

Reaksi ini melibatkan muatan listrik bergerak antara elektroda dan elektrolit (ion atau spesies dalam larutan).

Jadi pengertian elektrokimia berkaitan dengan kajian interaksi antara energi listrik dan perubahan kimia.



**LABORATORIUM KIMIA FISIKA**  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## ELEKTROKIMIA

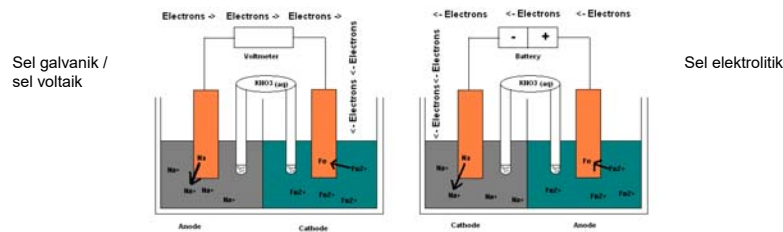
Reaksi elektrokimia dapat terjadi pada :

-Reaksi kimia yang disebabkan oleh arus listrik dari luar (eksternal)

Contoh reaksi pada proses elektrolisis

-Reaksi kimia spontan yang menghasilkan arus listrik

Contoh reaksi pada baterai.



Reaksi kimia ini akan melibatkan transfer elektron secara langsung antara molekul dan / atau atom yang disebut reaksi reduksi-oksidasi (redoks).

Secara umum, elektrokimia menggambarkan keseluruhan reaksi dari reaksi redoks secara individual yang terpisah tetapi tetap saling terhubung oleh sebuah sirkuit listrik eksternal dan elektrolit intervensi.



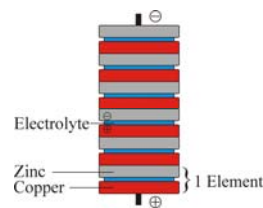
LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## Kimia dan Elektrisitas

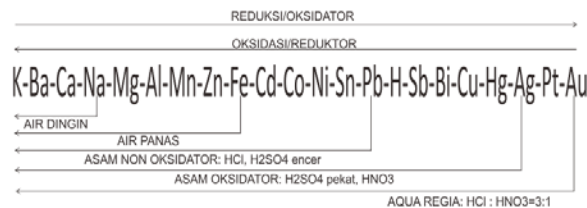
Pertama kali dikemukakan oleh Volta tahun 1793, yang menemukan adanya arus listrik akibat dari penempatan dua lempengan logam berbeda pada arah tertentu di lembaran kertas lembab.



"I have the pleasure of communicating to you, Sir, and through you to the Royal Society, some striking results at which I have arrived in pursuing my experiments on the electricity excited by the simple mutual contact of metals of different sorts..."



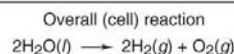
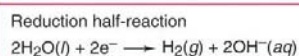
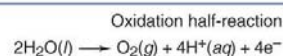
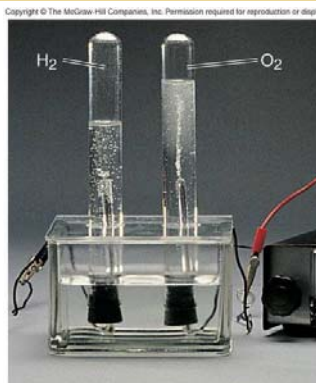
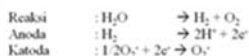
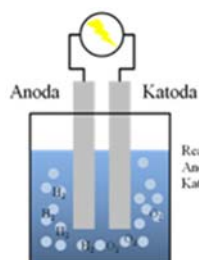
Perkembangan lebih lanjut adalah berupa konsep susunan logam yang disusun dalam aturan Deret Volta



LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## Kimia dan Listrik

Tahun 1800, Nicholson dan Carlisle, menggunakan batere Volta sebagai sumber listrik untuk membuktikan bahwa arus listrik dapat mendekomposisi air menjadi oksigen dan hidrogen.

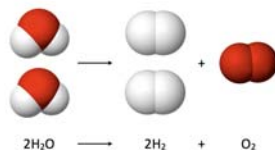


LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## Kimia dan Listrik

Percobaan dekomposisi air menjadi dasar sains kimia untuk menunjukkan bahwa atom-atom oksigen bermuatan negatif dan atom hidrogen bermuatan positif. Perbedaan muatan inilah yang menjadi *driving force* terbentuknya ikatan yang mengikat kedua atom.

Tahun 1812, Berzelius sudah merumuskan bahwa semua atom akan bermuatan. Atom hidrogen dan logam bermuatan positif, sedangkan non logam bermuatan negatif.



Melalui proses elektrolisis, dengan penerapan voltase yang sesuai maka akan memecah gaya tarik menarik di antara dua muatan yang berlawanan ini. Produk yang terjadi berupa atom yang bermuatan yang kemudian disebut sebagai ion.

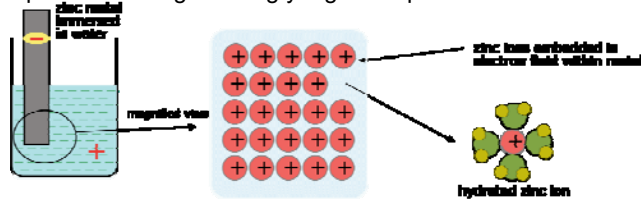
Teori ini yang kemudian disempurnakan oleh G.N. Lewis menjadi teori pasangan elektron yang menjadi landasan konsep tentang ikatan kimia.



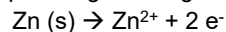
LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## ELEKTRONETRALITAS

Proses di alam biasanya melibatkan muatan positif dan negatif.  
Misal pada kasus logam seng yang dicelupkan di air.



Sejumlah kecil atom Zn akan bergerak ke larutan sebagai ion Zn, meninggalkan elektron pada logam dengan reaksi :



Elektron yang tertinggal akan menyebabkan muatan negatif terbentuk di dalam lempeng logam, yang akan berakibat halangan bagi ion positif untuk meninggalkan fase logam.

Demikian pula muatan positif di fase air akan menghalangi gerakan elektron. Konsentrasi  $\text{Zn}^{2+}$  cukup rendah ( $10^{-10} \text{ M}$ ) dan sukar untuk dideteksi secara konvensional.

Kondisi ini menyebabkan terjadinya perbedaan potensial listrik yang relatif tidak signifikan atau yang disebut **prinsip elektronetralitas**.

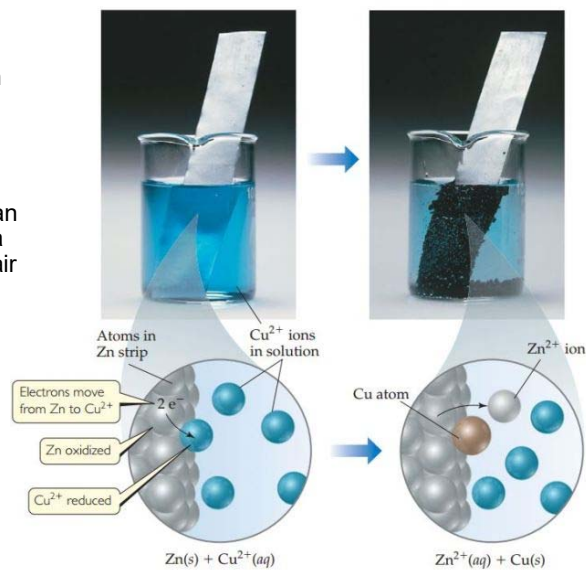


LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## ELEKTRONETRALITAS

Untuk melanjutkan proses pelarutan ion Zn maka dilakukan dengan melibatkan proses lain yang mampu menyumbangkan elektronetralitas pada dua fasa.

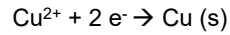
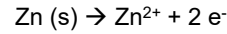
Caranya dengan mencelupkan Zn ke dalam larutan tembaga sulfat yang dihubungkan ke air murni.



LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

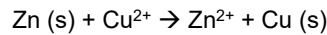
## ELEKTRONETRALITAS

Reaksi :



Pelarutan Zn tidak terjadi lebih lanjut oleh pembentukan muatan negatif pada logam, karena kelebihan elektron dihilangkan dari Zn oleh ion Cu yang saling kontak.

Pada waktu yang sama larutan menjadi bermuatan netral, karena setiap ion Zn yang menuju larutan maka akan ada satu ion Cu yang dihilangkan. Ini menjadi reaksi keseluruhan :



Reaksi keseluruhan ini yang dikenal sebagai **reaksi redoks**.



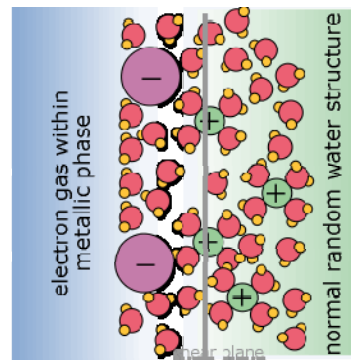
LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## Beda Potensial pada Antarmuka

Daerah transisi antara dua fase yang terdiri dari daerah bermuatan tak seimbang disebut sebagai **lapisan ganda listrik** (*electric double layer*).

Pada kasus logam yang dicelupkan ke air, fluida elektron pada logam menyebabkan molekul air yang polar teradsorpsi pada permukaan dan membentuk dua bidang tipis bermuatan positif dan negatif.

Jika air mengandung ion-ion terlarut, beberapa anion yang lebih besar dan lebih polar akan terkhemisorpsi pada logam, membentuk lapisan dalam negatif yang dikompensasi oleh kation berlebihan pada lapisan luar.

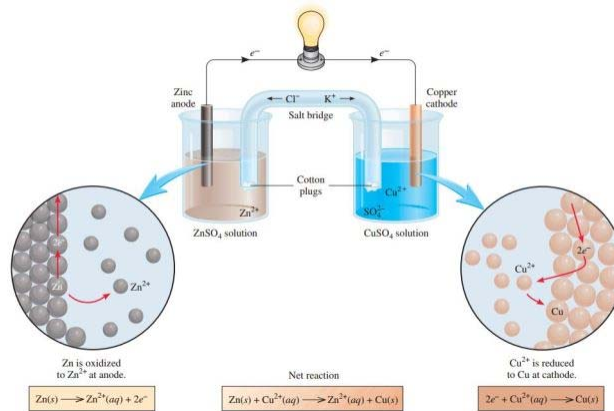


LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## REAKSI REDOKS

Sel Volta pada proses pelarutan Zn dapat diubah dengan kedua sel yang terpisah → Sel Daniell.

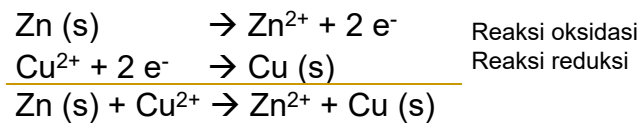
Dalam sel Daniell, elektron dirancang untuk mengalir pada rangkaian luar sehingga dapat menghasilkan kerja.



LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## Reaksi redoks

Reaksi redoks :



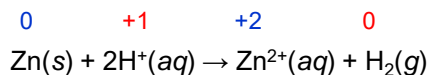
Reaksi oksidasi adalah kehilangan elektron dan reduksi menarik elektron. Kedua proses terjadi secara simultan.

Oksidasi akan menaikkan bilangan oksidasi, sedangkan reduksi akan menurunkan bilangan oksidasi.




LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## Reaksi redoks



Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

<b>OXIDATION</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>One reactant loses electrons.</li> <li>Reducing agent is oxidized.</li> <li>Oxidation number increases.</li> </ul>	Zinc <b>loses</b> electrons. Zinc is the reducing agent and becomes <b>oxidized</b> . The oxidation number of Zn <b>increases</b> from 0 to +2.	
<b>REDUCTION</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Other reactant gains electrons.</li> <li>Oxidizing agent is reduced.</li> <li>Oxidation number decreases.</li> </ul>	Hydrogen ion <b>gains</b> electrons. Hydrogen ion is the oxidizing agent and becomes <b>reduced</b> . The oxidation number of H <b>decreases</b> from +1 to 0.	



LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## NOTASI SEL VOLTA

**Notasi sel volta** digunakan untuk menggambarkan rangkaian sel volta dan reaksi redoks yang berlangsung didalamnya.

Secara umum, penulisan notasi sel volta menurut konvensi IUPAC adalah sebagai berikut.

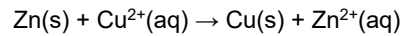
1. Notasi sel terdiri dari anode dan katode
2. Tanda || adalah jembatan garam untuk memisahkan fase berbeda.
3. Tanda | adalah batas fase untuk memisahkan fase berbeda.
4. Tanda koma (,) digunakan untuk memisahkan spesi-spesi dalam fase yang sama.
5. Elektrode anode terletak paling kiri dan elektrode katode paling kanan.
6. Elektrolit inert tidak ditulis



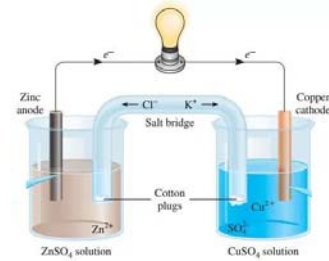
LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## NOTASI SEL VOLTA

Suatu sel volta terdiri dari anode Zn dan katode Cu. Di anode, Zn teroksidasi menjadi  $Zn^{2+}$  dan di katode,  $Cu^{2+}$  tereduksi menjadi Cu. Reaksi sel :

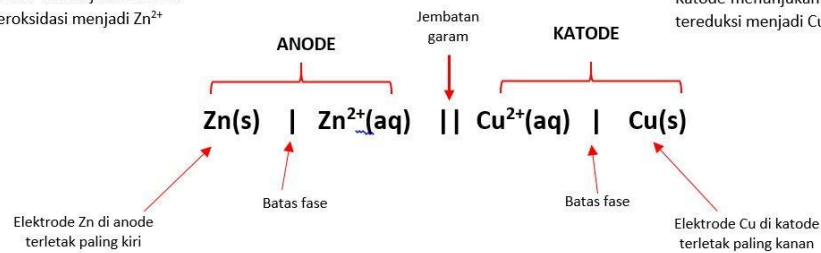


Notasi sel volta:



Perhatikan, urutan penulisan di Anode menunjukkan bahwa Zn teroksidasi menjadi  $Zn^{2+}$

Perhatikan, urutan penulisan di Katode menunjukkan bahwa  $Cu^{2+}$  tereduksi menjadi Cu

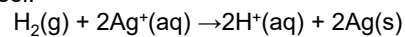


LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## NOTASI SEL VOLTA

Suatu sel volta terdiri dari anode inert Pt dan katode logam Ag. Di anode,  $H_2$  teroksidasi menjadi ion  $H^+$  dan di katode,  $Ag^+$  tereduksi menjadi Ag.

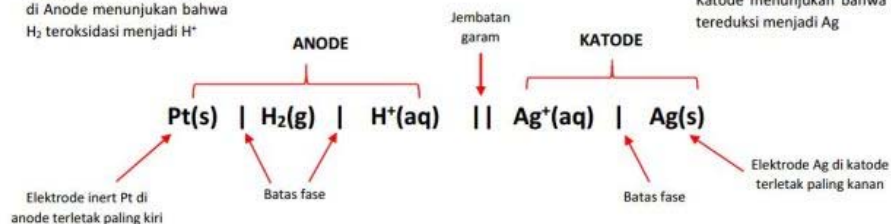
Reaksi sel:



Notasi sel Volta:

Perhatikan, urutan penulisan di Anode menunjukkan bahwa  $H_2$  teroksidasi menjadi  $H^+$

Perhatikan, urutan penulisan di Katode menunjukkan bahwa  $Ag^+$  tereduksi menjadi Ag



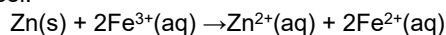
LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM



## NOTASI SEL VOLTA

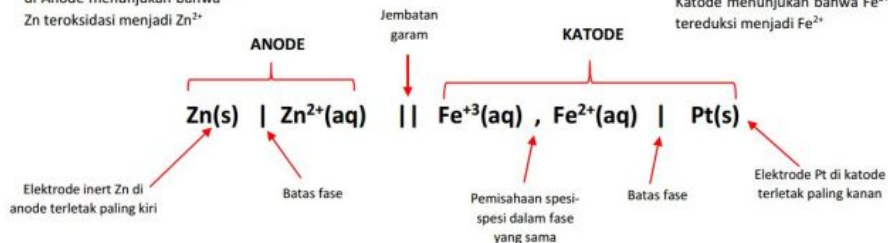
Suatu sel volta terdiri dari anode Zn dan katode inert Pt. Di anode, Zn teroksidasi menjadi ion  $Zn^{2+}$  dan di katode,  $Fe^{3+}$  tereduksi menjadi  $Fe^{2+}$ .

Reaksi sel:



Notasi sel Volta:

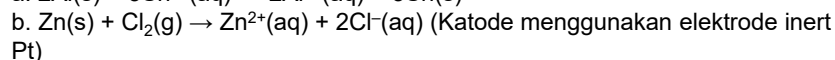
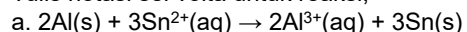
Perhatikan, urutan penulisan di Anode menunjukkan bahwa Zn teroksidasi menjadi  $Zn^{2+}$



LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM

## NOTASI SEL VOLTA

Tulis notasi sel volta untuk reaksi;



**Jawab:**

- Dari persamaan reaksi, terlihat bahwa di anode,  $Al(s)$  teroksidasi menjadi  $Al^{3+}(aq)$  dan di katode  $Sn^{2+}(aq)$  tereduksi menjadi  $Sn$ . Elektrode di anode adalah Al dan elektrode di katode Sn.

Notasi sel volta:



- Dari persamaan reaksi, terlihat bahwa di anode,  $Zn(s)$  teroksidasi menjadi  $Zn^{2+}(aq)$  dan di katode  $Cl_2(g)$  tereduksi menjadi  $Cl^-(aq)$ . Elektrode di anode adalah Zn dan elektrode di katode adalah Pt.

Notasi sel volta :



LABORATORIUM KIMIA FISIKA  
Departemen Kimia – FMIPA, UGM