

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Proses Elektrokimiawi

Proses elektrokimia didasarkan pada reaksi reduksi dan oksidasi (redoks). Reaksi reduksi terjadi karena bertambahnya elektron, sehingga bilangan oksidasi pada atomnya berkurang. Sedangkan reaksi oksidasi terjadi karena berkurangnya elektron, sehingga bilangan oksidasi pada atomnya bertambah.

Reaksi reduksi dan oksidasi harus terjadi secara serempak. Reaksi redoks dimisalkan dua reaksi yang terpisah menjadi dua reaksi yang masing-masing reaksi disebut reaksi setengah sel. Satu reaksi setengah sel adalah reaksi reduksi dan yang lainnya adalah reaksi oksidasi (Hendayana, 1994).

Contoh elektrolisis larutan  $\text{CuSO}_4$  dengan elektroda Cu :



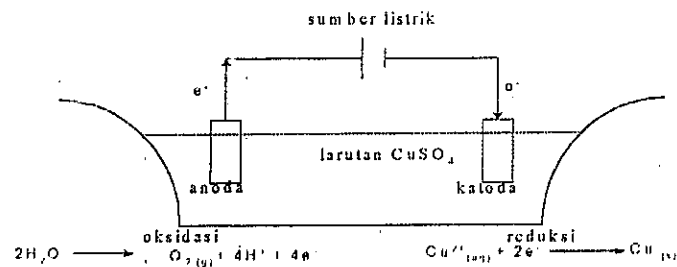
Logam Cu dari anoda larut dan katoda terlapisi, sehingga terjadi perpindahan Cu dari anoda ke katoda (Diyono, 1985).

### 2.1.1 Elektrolisis

Elektrolisis merupakan proses elektrokimiawi yang membutuhkan energi listrik dari luar. Energi listrik dalam proses elektrolisis digunakan untuk menghasilkan perubahan kimia. Dengan menempatkan elektroda inert ( Pt, C ) sebagai katoda dalam larutan  $\text{CuSO}_4$ , logam Cu sebagai anoda dan sumber listrik sebagai sumber elektron. Kemudian dalam elektrolisis ini logam Cu terendapkan pada katoda (Kosla, 1988)

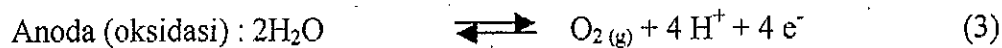
### 2.1.2 Sel Elektrolitik

Elektrolisis merupakan proses yang menggunakan energi listrik untuk menimbulkan reaksi kimia. Sel elektrolitik terdiri dari sepasang elektroda yang dihubungkan dengan baterai (sumber elektron). Elektron akan dialirkan ke katoda sehingga terjadi reaksi reduksi, sedangkan pada anoda terjadi reaksi oksidasi karena terjadi pelepasan elektron. Sebagai contoh adalah elektrolisis larutan  $\text{CuSO}_4$ . Dengan menempatkan elektroda inert (misal platina) dalam larutan  $\text{CuSO}_4$  dan sumber listrik sebagai sumber elektron, maka larutan  $\text{CuSO}_4$  dapat dielektrolisis untuk memperoleh lapisan tembaga dan gas oksigen. Pada Gambar 2.1, menggambarkan reaksi-reaksi yang terjadi pada elektrolisis larutan  $\text{CuSO}_4$  (Parthasaradhy, 1988)



Gbr.2.1 reaksi selama elektrolisis larutan CuSO<sub>4</sub>

Reaksi yang terjadi pada proses elektrolisis larutan CuSO<sub>4</sub> adalah



(Diyono, 1985)

## 2.2 Elektrorefining

Merupakan cara untuk mendapatkan hasil logam dengan kemurnian yang tinggi dari bijih logam yang kemurniannya sudah cukup tinggi secara elektrokimia.

Untuk mendapatkan tembaga dengan kemurnian yang tinggi dilakukan dengan pengendapan Cu pada katoda. Anoda yang digunakan berupa lempengan yang dibuat dari bijih tembaga yang telah dicampur dengan tembaga murni. Katoda adalah logam yang sukar larut (inert).

Proses yang terjadi yaitu pelarutan anoda dan pengendapan logam Cu pada permukaan katoda, kemudian pengambilan Cu dari batang katoda (Diyono.I., 1985).

### 2.3 Hukum Faraday untuk Elektrolisis

Hukum yang mengatur hubungan antara jumlah muatan listrik dan massa yang terendapkan pada elektroda adalah hukum Faraday.

#### Hukum I Faraday

Massa zat yang terendapkan atau yang dihasilkan pada elektroda selama elektrolisis berbanding lurus dengan muatan listrik yang melalui elektrolisis (Kosla. B., 1988).

Besar muatan yang mengalir ( $Q$ ) selama elektrolisis dinyatakan dalam Coulomb adalah perkalian arus listrik ( $i$ ) dalam amper dan waktu elektrolisis ( $t$ ) dalam detik.

$$\begin{aligned} Q &= i \text{ (arus)} \times t \text{ (waktu)} \\ &= \text{amper} \times \text{detik (Coulomb)} \end{aligned}$$

Menurut hukum pertama, massa zat ( $W$ ) yang dihasilkan selama elektrolisis diberikan oleh persamaan :

$$W = Q \cdot z = i \cdot t \cdot z \quad (2.1)$$

dengan  $z$  adalah konstanta yang harganya untuk materi tertentu tergantung dari satuan yang digunakan. Untuk  $m$  dan  $Q$ , jika  $Q$  dalam Coulomb dan  $m$  dalam gram,  $z$  dapat dinyatakan dalam satuan gram Coulomb<sup>-1</sup>. Harga seperti ini disebut ekuivalen elektrokimia (ECE) dari materi atau zat. Hukum Faraday dapat digunakan untuk menghitung massa elektrodeposi yang diberikan oleh sejumlah arus listrik yang lewat pada sistem elektrolisis.

## 2.4 Efisiensi Arus

Hukum Faraday yang digunakan untuk kuantisasi dalam proses elektrokimia, menyatakan bahwa massa zat yang terendapkan sebanding dengan muatan listrik yang mengalir selama elektrolisis. Akan tetapi dalam praktek, massa yang terendapkan lebih kecil daripada massa yang dihitung berdasarkan hukum Faraday.

Perbedaan massa tersebut terjadi karena perbedaan arus, sehingga diperkenalkan konsep efisiensi arus (Parthasaradhy, 1988). Efisiensi arus adalah perbandingan antara kuat arus listrik yang digunakan untuk elektrolisis dengan kuat arus listrik terpasang (Antropov).

$$Rf = \frac{q_a}{q_b} \times 100 \% \quad (2.2)$$

Rf = efisiensi arus

$q_a$  = kuat arus listrik yang digunakan untuk reaksi

$q_b$  = kuat arus listrik yang terpasang

Berdasarkan hukum pertama Faraday, maka efisiensi arusnya dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$Rf = \frac{m_a}{m_b} \times 100 \% \quad (2.3)$$

$m_a$  = jumlah materi yang terendapkan saat itu

$m_b$  = jumlah materi secara perhitungan teoritis

Persamaan yang menunjukkan kecepatan arus listrik adalah **Hukum Ohm** :

$$i = \frac{E}{R} \quad (2.4)$$

dimana,  $i$  = kuat arus (amper)

$E$  = tegangan (Volt)

$R$  = tahanan (Ohm)

Arus adalah banyaknya muatan yang dilewatkan pada suatu penghantar pada waktu tertentu. Sedangkan rapat arus merupakan banyaknya muatan yang dilewatkan pada suatu penghantar pada waktu tertentu dengan luas permukaan penghantar tertentu. Hubungan kuat arus dan rapat arus dinyatakan dalam persamaan:

$$I = \frac{i}{A} \quad (2.5)$$

dimana,  $I$  = rapat arus ( $\text{mA}/\text{cm}^2$ )

$i$  = kuat arus (mA)

$A$  = luas permukaan katoda ( $\text{cm}^2$ )

## 2.5 Spektroskopi Serapan Atom

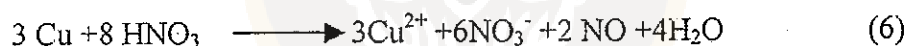
Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) merupakan salah satu metoda analisis kimia yang mempunyai kepekaan dan sensitivitas yang cukup tinggi. Kelebihan metoda ini antara lain analisis cepat, ketelitian tinggi, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan dan dapat menentukan konsentrasi unsur pada jumlah yang sangat kecil.

Metoda ini didasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom tersebut menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990). Logam tembaga menyerap cahaya pada panjang gelombang 324,8 nm (Anonim, 1996)

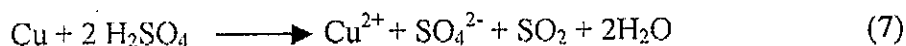
Setiap alat AAS terdiri dari tiga komponen, yaitu unit atomisasi, sumber radiasi, dan detektor. Sumber energi yang digunakan adalah lampu katoda rongga. Bahan bakar yang umum digunakan adalah propana, butana hidrogen, dan asetilen, dengan oksidator udara, oksigen dan dinitrogen oksida (Khopkar, 1990).

## 2.6 Tembaga

Tembaga adalah logam merah muda, yang lunak, dapat ditempa, liat, dan melebur pada suhu 1038°C. Karena potensial elektroda standar tembaga positif (+0,34 V untuk pasangan Cu/Cu<sup>2+</sup>), maka logam tersebut tak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer, meskipun dengan adanya oksigen dapat larut sedikit. Asam nitrat yang cukup pekat (8M) dengan mudah dapat melarutkan tembaga :



Asam sulfat pekat juga melarutkan tembaga :



Ada dua jenis senyawa tembaga. Senyawa-senyawa tembaga (I) diturunkan dari tembaga (I) oksida Cu<sub>2</sub>O yang merah, dan mengandung ion tembaga (I), 2Cu<sup>2+</sup>. Senyawa ini tak berwarna, kebanyakan garam tembaga (I) tak larut dalam air. Senyawa tembaga (I) mudah dioksidasikan menjadi senyawa tembaga (II), yang

dapat diturunkan dari tembaga (II) oksida, CuO, hitam. Sedangkan garam tembaga (II) umumnya berwarna biru, baik dalam bentuk hidrat, padat, maupun dalam larutan air. Garam tembaga (II) anhidrat, seperti tembaga (II) sulfat anhidrat CuSO<sub>4</sub>, berwarna putih (atau sedikit kuning). Dalam larutan air selalu terdapat ion kompleks tetrakuo.

Bila dalam keadaan basah dibiarkan terkena udara, tembaga (II) sulfida cenderung teroksidasi menjadi tembaga (II) sulfat :



sehingga dapat larut dalam air (Vogel, 1998).

Tabel 2.1 Karakteristik Tembaga

Karakteristik	Nilai
Nomor atom	29
Berat atom	63,546
Golongan	IB
Konfigurasi elektron	(Ar) 4s <sup>1</sup> 3d <sup>10</sup>
Titik lebur (°C)	1083
Titik leleh (°C)	2570
Potensial elektroda (Volt)	+0,34