

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Krom

Krom merupakan logam yang keras, mengkilap dan sangat tahan korosi. Logam ini digunakan sebagai lapisan pelindung baja pada bumper mobil dan untuk melapisi benda-benda hiasan dari kuningan atau perunggu. Karena tahan korosi, logam ini digunakan pula sebagai pencampur dalam stainless steel. Stainless steel terdiri dari 19% krom, 9% nikel dan 72% besi. Senyawa krom terpenting adalah Cr_2O_3 , sebagai pewarna hijau yang stabil digunakan sebagai pewarna cat^[6].

Krom terdapat dalam mineral kromit $\text{Fe}(\text{CrO}_2)_2$ dan Plumbokromat PbCrO_4 . Krom dan senyawanya mempunyai 3 tingkat oksidasi yaitu +2, +3 dan +6. Tingkat oksidasi yang paling stabil ialah +3. Senyawa krom (II) berwarna biru, krom (III) berwarna hijau dan Krom (VI) berwarna kuning^[7]. Karakteristik krom yang lain disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Karakteristik Krom

Nomor Atom	24
Konfigurasi elektron	(Ar) 3d ⁵ 4s ¹
Massa atom relatif	52,01
Kerapatan (g/cm)	7,2
Titik Leleh (°C)	1857
Titik didih (°C)	2672
Jari-jari atom (°A)	1,18
Jari-jari ion (°A)	0,87
Potensial elektroda (V)	-0,74

2.2 Alumunium

Alumunium merupakan logam yang ringan, kuat, tahan korosi dan mempunyai konduktivitas tinggi. Alumunium banyak digunakan dalam konstruksi bangunan, bahan penghantar listrik, pencampur dalam cat, bahan penyusun obat-obatan dan bahan koagulan dalam pengolahan air. Pada industri pesawat terbang, alumunium digunakan sebagai pelapis badan pesawat karena mempunyai sifat ringan dan mudah dibentuk^[8].

Alumunium terdapat di alam dalam bentuk senyawa seperti Alumina Silikat, tanah liat, mika dan kaolin^[9]. Alumunium adalah logam putih menyerupai perak, ringan dan mudah dibentuk. Bubuknya berwarna abu-abu. Logam ini bila terkena udara akan teroksidasi permukaannya membentuk lapisan alumunium oksida. Karakteristik alumunium yang lain disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Karakteristik Alumunium^[9]

Nomor atom	13
Konfigurasi elektron	(Ne) 3s ² 3p ¹
Massa atom relatif	26,98
Kerapatan (g/cm)	2,69
Titik leleh (°C)	660
Titik didih (°C)	1800
Jari-jari atom (°A)	1,43
Jari-jari ion (°A)	0,50
Potensial elektroda	-1,66

2.3 Elektrolisis^[10]

2.3.1 Prinsip umum

Ketika arus dialirkan pada suatu larutan garam, ion logam akan berpindah pada katoda dan anion dari radikal asam akan berpindah pada anoda. Pertukaran kimia ini terjadi pada permukaan kedua buah elektroda. Pada katoda akan terjadi reduksi dan pada anoda akan terjadi oksidasi. Hasil utama pada katoda adalah endapan logam, tetapi pada beberapa kasus juga terjadi reduksi ion hidrogen membentuk gas hidrogen sebagai produk samping. Jika anoda merupakan logam yang sama dengan logam yang akan diendapkan pada katoda, maka anoda akan dioksidasi dan dilarutkan

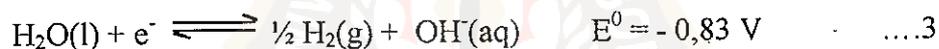
2.3.2 Elektrolisis pada Potensial tetap

Salah satu cara untuk melakukan suatu analisis secara elektrolisis adalah dengan menjaga potensial yang digunakan dalam keadaan tetap. Elektrolisis dengan potensial tetap dapat digunakan untuk memisahkan kation-kation yang

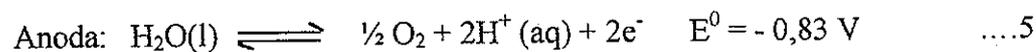
mudah direduksi dari kation-kation yang lebih sukar direduksi. Dalam elektrolisis potensial katoda menentukan apa yang terjadi di katoda. Kesempurnaan elektrolisis ditunjukkan oleh arus yang mendekati nol. Pada awalnya arus tinggi tetapi segera menurun dan mencapai nol ketika analit tidak ada lagi dalam larutan^[11].

2.3.3 Reaksi pada elektroda ^[10]

Proses berlangsungnya elektrolisis dapat dijelaskan dari proses yang terjadi pada katoda dan anoda. Ada persaingan antara ion-ion elektrolit dengan ion air untuk bereaksi pada permukaan elektroda. Hal ini dapat diramalkan dari harga potensial elektroda.



Logam Cr^{3+} memiliki harga potensial elektroda lebih positif dibandingkan air, sehingga akan lebih mudah mengalami reduksi. Air akan lebih mudah teroksidasi karena memiliki potensial elektroda lebih negatif dibandingkan ion Cl^{-} dalam elektrolit.



2.3.4 Hukum Nernst^[11]

Potensial sel galvanik bergantung pada aktivitas berbagai spesies yang mengalami reaksi dalam sel. Persamaan yang menyatakan hubungan ini dinamakan persamaan Nernst. Persamaan Nernst menyatakan hubungan potensial suatu elektroda ion-ion logam dan konsentrasi itu dalam larutan.



Perubahan energi bebas reaksi dinyatakan sebagai:

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \quad \dots 7$$

dengan ΔG = perubahan energi bebas

ΔG^0 = perubahan energi bebas pada keadaan standar

R = konstanta gas

T = temperatur mutlak

a = aktivitas

setelah penggantian $\Delta G = -n F E$ dan $\Delta G^0 = -n F E^0$

dengan n = jumlah elektron yang terlibat

E = potensial sel

E^0 = potensial sel standar

F = bilangan Faraday

Dari persamaan diatas diperoleh:

$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \text{ atau dapat ditulis juga} \quad \dots 8$$

$$E = E^0 - \frac{0,0591}{n} \log \frac{a_C^c a_D^d}{a_A^a a_B^b} \quad \dots 9$$

Persamaan di atas merupakan persamaan Nernst. Apabila larutan sangat encer, koefisien aktivitas mendekati satu sehingga aktivitas dapat digantikan oleh konsentrasi, sehingga dapat ditulis sebagai:

$$E = E^0 - \frac{0,0591}{n} \log \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \quad \dots 10$$

2.3.5 Hukum Ohm^[12]

Persamaan yang menunjukkan kecepatan alir listrik adalah hukum ohm.

$$I = \frac{dQ}{dt} \quad \dots 11$$

dimana i = arus (ampere)

dQ = perubahan muatan (ampere.detik)

dt = perubahan waktu (detik)

Hukum Ohm menyatakan hubungan arus dan tegangan, dimana dengan menaikkan tegangan, arus yang mengalir juga akan bertambah. Semakin besar tegangan, aliran elektron semakin cepat. Arus timbul karena adanya aliran elektron, maka semakin cepat aliran elektron, arus yang mengalir juga semakin besar. Hubungan ini dinyatakan dalam rumus:

$$i = \frac{E}{R} \quad \dots 12$$

dimana i = arus (ampere)

E = tegangan (Volt)

R = tahanan (Ohm)

. Pada umumnya proses lapis listrik membutuhkan tegangan sekitar 6-12 Volt dan rapat arus yang bervariasi tergantung pada prosesnya.

2.3.6 Hukum Faraday^[13]

Michael Faraday menemukan hubungan antara produk endapan dari ion logam dengan jumlah arus yang dipakai untuk mengendapkannya. Hubungan ini diungkapkan dalam Hukum Faraday sebagai berikut:

- I. Jumlah perubahan kimia yang dihasilkan sebanding dengan besarnya muatan listrik yang melewati suatu sel elektrolisis
- II. Sejumlah tertentu arus listrik menghasilkan jumlah ekuivalen yang sama dalam suatu elektrolisis.

Persamaan tersebut dinyatakan dalam rumus: $W = \frac{i.t.A}{n.F}$ 13

dimana W = berat yang diendapkan (gram)

i = arus yang dibutuhkan (ampere)

t = waktu elektrolisis (detik)

A = massa atom relatif

n = jumlah elektron yang terlibat

F = bilangan Faraday (96500)

2.4 Elektrokimia Pelapisan

2.4.1 Elektroplating^[14]

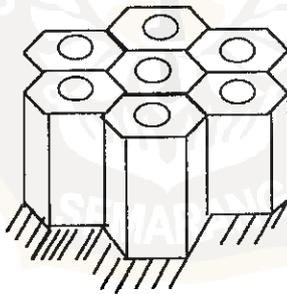
Proses elektroplating merupakan proses pelapisan logam dengan bantuan listrik secara reaksi reduksi oksidasi dari logam pelapis ke benda kerja (sebagai

katoda yang terlapsi). Pada katoda terjadi proses penangkapan elektron (reduksi) sedangkan pada anoda terjadi pelepasan elektron (oksidasi), sehingga proses pengendapan berlangsung di katoda yang berdampak terhadap penambahan ketebalan dan berat benda kerja. Sistem elektroplating merupakan suatu rangkaian yang terdiri dari bak berisi larutan elektrolit, sumber arus listrik searah, anoda dan katoda. Anoda dan katoda terendam dalam elektrolit yang masing-masing berhubungan dengan sumber arus listrik.

2.4.2 Anodasi

Pelapisan anodik atau lebih dikenal dengan nama anodasi adalah suatu proses elektrolisis yang menghasilkan lapisan oksida dengan cara menempatkan benda kerja sebagai anoda dalam larutan elektrolit^[4,5]. Anodasi selain bertujuan untuk memperoleh lapisan oksida juga meningkatkan daya tahan logam terhadap serangan korosi^[15]. Pembentukan lapisan oksida tergantung pada temperatur larutan, tegangan yang digunakan, konsentrasi dan jenis elektrolit serta waktu anodasi. Untuk mendapatkan hasil yang baik, elektrolit harus diaduk agar komposisi larutan elektrolit merata. Benda kerja harus dibersihkan dulu sebelum dianodasi dan setelah anodasi benda kerja *disealing* dalam air panas (206-212 F) atau larutan nikel asetat^[4]. Alumunium merupakan logam yang paling umum dianodasi. Elektrolit yang biasa digunakan adalah asam sulfat, asam kromat, asam oksalat, asam fosfat dan asam lemak^[4]. Oksida yang terbentuk oleh elektrolit asam sulfat bersifat transparan dan menyerap warna dengan baik^[15]. Lapisan oksida yang terbentuk dalam elektrolit asam sulfat sebanding dengan konsentrasi asam dan rapat arus. Lapisan akan lebih tebal dan keras dengan penurunan temperatur,

penambahan asam oksalat juga berpengaruh pada ketebalan dan kekerasan lapisan. Dengan asam kromat akan menghasilkan lapisan yang gelap dan bisa dibuat hitam dengan penambahan titanium, zirkonium atau senyawa thalium^[4]. Pada umumnya lapisan yang terbentuk dari asam kromat lebih tipis dibanding dengan asam sulfat, pori-porinya lebih sedikit tetapi diameternya lebih besar. Anodasi dengan asam kromat selain dapat melindungi korosi juga sangat baik untuk pelekatan senyawa organik sebagai pewarna^[15]. Kenampakan produk akhir anodasi tergantung pada metoda anodasi, logam, preparasi permukaan, ketebalan lapisan dan *post treatment*. Anodasi asam sulfat terbentuk dalam larutan asam sulfat (20 %) pada suhu 20 °C, rapat arus 0,8-1,5 A/dm². Parameter dapat divariasi untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Aluminium murni menghasilkan lapisan yang menarik dan dengan penambahan asam sulfamat akan menghasilkan lapisan yang lebih keras dan warnanya lebih coklat^[5].



Gambar 2.4.2 kenampakan Al teranodasi secara mikrostruktur^[16]

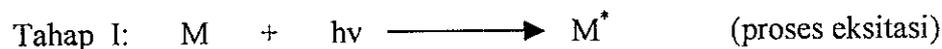
2.5 Analisis

2.5.1 Spektrofotometri UV-Vis

Metoda Spektrofotometri merupakan analisis kuantitatif berdasarkan pada transmitansi atau absorbansi larutan terhadap cahaya pada panjang gelombang

tertentu. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah Ultraviolet dan tampak karena mengandung elektron yang dapat dieksitasikan ke tingkat energi yang lebih tinggi. Penyerapan sinar ultraviolet atau tampak oleh suatu molekul dapat menyebabkan terjadinya eksitasi molekul tersebut dari tingkat energi dasar (*ground stated*) menuju tingkat energi yang lebih tinggi (*excited stated*).

Proses ini melalui dua tahap, yaitu:



Umur molekul yang tereksitasi M^* ini sangat pendek, sehingga molekul tersebut akan kembali lagi ke keadaan dasar $M^{[1]}$.

Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang yang sesuai. Metilen biru menyerap cahaya pada panjang gelombang 663-667 nm^[17]. Hukum Lambert-Beer dapat digunakan untuk menjelaskan hubungan antara konsentrasi dan absorbansi. Dengan persamaan sebagai berikut:

$$A = a.b.c \quad \dots 14$$

A = absorbansi

a = konstanta absorbtivitas

b = tebal larutan yang dilalui cahaya

c = konsentrasi larutan

2.5.2 Spektrofotometri Serapan Atom

Spektrofotometri serapan atom merupakan salah satu metoda analisis kimia yang memiliki kepekaan dan selektivitas yang cukup tinggi dalam penentuan logam. Kelebihan dari metoda ini adalah analisisnya cepat,

ketelitiannya tinggi, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan dan dapat menentukan konsentrasi unsur pada jumlah yang sangat kecil.

Metoda ini didasarkan pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom tersebut menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu^[18], logam krom menyerap cahaya pada panjang gelombang 357,9 nm^[19]. Cahaya pada panjang gelombang ini memiliki cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik atom Krom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Energi akan dipancarkan ketika atom kembali lagi ke tingkat energi dasar. Detektor akan mendeteksi energi yang terpancar tersebut.

Setiap alat spektrofotometer serapan atom (AAS) terdiri dari tiga komponen, yaitu unit atomisasi, sumber energi dan sistem pengukur (detektor). Sumber energi yang digunakan dalam AAS adalah lampu katoda rongga. Bahan bakar yang umum digunakan adalah propana, butana, hidrogen dan asetilen, sedangkan oksidatornya adalah udara, oksigen, dan N_2O ^[18].

Krom merupakan logam yang mudah diuapkan seperti halnya Cu, Pb, Cd dan Zn yang pada umumnya ditentukan pada suhu relatif rendah dibandingkan logam lainnya. Krom teratomisasi ketika dipanaskan dengan gas pembakar udara-Asetilena. Unsur-unsur yang tidak mudah teratomisasi memerlukan suhu pengatoman yang lebih tinggi. Sensitivitas untuk logam Krom adalah 0,1 mg/L, sedangkan batas deteksinya 0,02 mg/L^[19].