

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Logam Nikel

Nikel adalah logam putih perak yang keras. Nikel bersifat liat, dapat ditempa dan sangat kukuh. Logam ini melebur pada 1455 °C, dan bersifat sedikit magnetis. Nikel digunakan untuk paduan logam karena sifatnya yang liat, ringan, kuat, anti karat serta mempunyai daya hantar listrik dan panas yang baik. Mineral utama endapan nikel-tembaga sulfida adalah *nikel lifens kobaltit* (Co,Ni)AsS, *breirhouptit* (NiSb), *nokolit* (NiAs) dan lain-lain. Mineral-mineral nikel tersebut biasanya berkombinasi dengan mineral sulfida (Cotton, 1976).

Nikel juga terdapat dalam kombinasi dengan arsen, antimon dan sulfur seperti dalam *millerite*, NiS, dan dalam *garmierite*, suatu silikat magnesium nikel dalam berbagai komposisi. Nikel juga ditemukan berkombinasi dengan besi dalam meteor. Secara umum bijihnya dipanggang di udara terbuka menghasilkan NiO, yang tereduksi dengan karbon menjadi Ni (Cotton, 1976).

#### 2.2 Destruksi

Destruksi merupakan metoda pendahuluan untuk memutuskan berbagai jenis ikatan unsur dengan komponen-komponen lain, sehingga memperoleh unsur yang siap dianalisis secara kualitatif maupun kuantitatif. Selain itu juga bertujuan untuk mengurangi gangguan dari unsur lain dan mendapatkan sampel dalam bentuk yang sesuai dengan metoda yang digunakan serta membuat konsentrasi unsur dalam batas

yang diperlukan dengan prosedur analitik yang digunakan. Destruksi dilakukan dengan cara basah maupun kering. Pemilihan metoda disesuaikan dengan jenis dan volume analit (Setyono dkk, 2001).

### 2.2.1 Destruksi Cara Kering

Destruksi cara kering dilakukan dengan pengabuan atau pemanggangan, yang biasa digunakan pada sampel bahan biologi seperti daun, hal ini karena ikatan dalam bahan biologi lebih kuat sehingga diperlukan temperatur yang sangat tinggi untuk memutuskan ikatan-ikatan komponen penyusunnya (Setyono dkk, 2001).

### 2.2.2 Destruksi Cara Basah

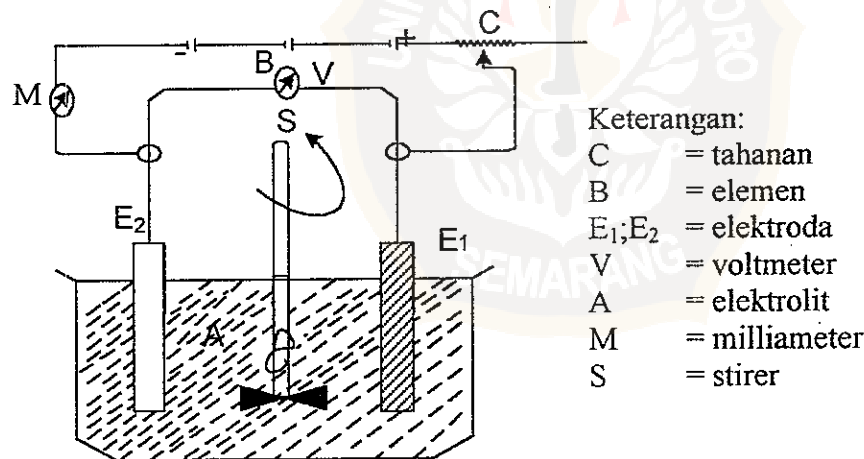
Destruksi cara basah biasa dilakukan untuk sampel bahan tambang berupa tanah dan batuan dengan penambahan larutan pendestruksi yang sekaligus melarutkan analit tersebut. Larutan pendestruksi adalah oksidator kuat seperti  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , dengan urutan kekuatan sebagai oksidator berturut-turut  $\text{HCl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan  $\text{HF}$  (Setyono dkk, 2001).

Destruksi dapat dilakukan dengan satu jenis pelarut dan juga dengan kombinasi dari beberapa pelarut dengan perbandingan tertentu. Kombinasi asam nitrat dengan oksidator lain sangat efektif untuk destruksi bahan yang mengandung komponen yang sukar dioksidasi tetapi asam ini mempunyai resiko yang mudah menimbulkan ledakan. Pemilihan komponen kombinasi mempengaruhi kekuatan oksidasi pada proses destruksi. Kombinasi asam nitrat dengan asam klorida dimaksudkan untuk menaikkan temperatur destruksi sehingga komponen yang sukar

dioksidasi pada titik didih asam nitrat akan dioksidasi dengan sempurna. Pada destruksi cara basah biasa digunakan labu teflon dan dilakukan pemanasan dengan menggunakan penangas pasir (Anderson, 1991).

### 2.3 Sel Elektrolisis

Sel elektrolisis terdiri dari sepasang elektroda yang dihubungkan dengan sumber arus listrik. Elektron akan mengalir ke katoda sehingga terjadi reduksi, sedangkan pada anoda terjadi reaksi oksidasi karena terjadi pelepasan elektron. elektrolisis merupakan proses yang menggunakan energi listrik untuk menimbulkan reaksi kimia. Proses elektrolisis dapat berlangsung apabila ada tegangan dari luar yang lebih dari tegangan selnya. Rangkaian sel elektrolisis disajikan pada Gambar 2.1. berikut,



Gambar 2.1 Rangkaian sel elektrolisis

Ketika arus listrik dialirkan pada suatu larutan garam, ion logam akan berpindah ke katoda dan anion dari radikal asam akan berpindah ke anoda.

Pertukaran kimia ini terjadi pada permukaan 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 (Brimi dkk, 1965).

Baik buruknya penampakan endapan pada permukaan katoda dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah preparasi pada permukaan katoda. Dalam hal ini preparasi yang dilakukan meliputi pembersihan dan penentuan ukuran katoda yang sesuai. Preparasi dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Membuang semua kotoran pada permukaan seperti minyak, debu dan serpihan.
- b. Membuang produk-produk korosi yang terbentuk pada permukaan.

Cara yang paling mudah untuk membuang kotoran-kotoran pada permukaan katoda adalah dengan mencuci katoda tersebut menggunakan air. Sedangkan untuk membuang kotoran produk korosi dapat digunakan larutan asam atau dengan cara mengamplas permukaan katoda tersebut sehingga lapisan korosi tersebut hilang (Anonim, 1964).

## 2.4 Potensial Dekomposisi

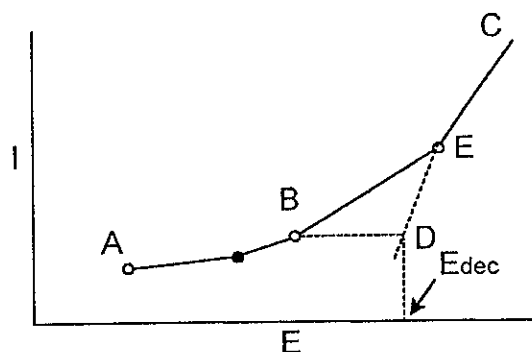
Potensial dekomposisi merupakan potensial minimum yang diperlukan untuk menguraikan senyawa menjadi ion-ionnya. Pada potensial dekomposisi elektrolisis belum berlangsung, tetapi kenaikan potensial yang sedikit lebih besar dari nilai potensial dekomposisi sudah dapat menghasilkan elektrolisis.

Secara teoritis apabila potensial terpasang ( $E_{app}$ ) yang digunakan sama dengan potensial sel, maka tidak ada arus yang mengalir ke dalam sel elektrolisis, tetapi apabila potensial terpasang memiliki harga lebih besar dari potensial sel maka secara teoritis dapat terjadi proses elektrolisis. Harga arus dapat diperhitungkan berdasarkan besarnya tahanan sel. Potensial dekomposisi pada proses elektrodeposisi ini sesuai dengan persamaan berikut ini.

$$V = (E_a + W_a) - (E_k + W_k) + IR, \quad (1)$$

dimana  $E_a$  dan  $E_k$  masing-masing potensial setengah sel anoda dan katoda pada kesetimbangan, serta  $W_a$  dan  $W_k$  merupakan potensial tambahan yang timbul akibat elektrodanya terpolarisasi, dan  $IR$  adalah penurunan potensial sepanjang larutan karena larutannya merupakan penghantar listrik yang buruk (Antropov, 1977).

Potensial dekomposisi dapat ditentukan dengan menggunakan cara dengan rangkaian seperti yang disajikan pada Gambar 2.1. Besarnya potensial luar dapat diatur dengan mengubah tahanan ( $C$ ). Untuk memperoleh potensial dekomposisi, tahanan diubah hingga  $E$  makin besar. Besarnya perubahan arus ( $I$ ) digambarkan terhadap perubahan potensial luar, dan dari ini ditentukan potensial dekomposisi ( $E_{dec}$ ).



Gambar 2.2 Potensial dekomposisi

Arus yang lebih rendah dari arus pada dekomposisi disebabkan karena adanya difusi hasil-hasil reaksi ke dalam larutan (Sukardjo, 1985).

## 2.5 Metode Elektroanalisis

Metode elektroanalisis merupakan salah satu metode isolasi atau analisis dengan memanfaatkan sifat ion logam yang mudah tereduksi menjadi padatan yang akan menempel pada katoda sesuai prinsip elektrolisis (Brimi dkk, 1965).

Apabila suatu arus listrik mengalir ke dalam suatu sel elektrokimia, potensial keseluruhannya dapat dipengaruhi oleh dua fenomena lain yang timbul, yaitu adanya potensial ohmik dan polarisasi. Pada dasarnya fenomena polarisasi dapat terbagi atas polarisasi kinetika dan polarisasi konsentrasi (Hartomo dkk, 1995).

Sifat dari sel dapat diamati dari hubungan berikut ini:

$$E_{app} = E_K - E_a + \pi_1 + \pi_2 - IR \quad (2)$$

$E_{app}$  adalah potensial terpasang dari sumber luar.  $E_K$  dan  $E_a$  merupakan potensial termodinamika dan reversibel dari anoda dan katoda, yang harganya dapat dihitung dari potensial standar dengan bantuan persamaan Nernts. Notasi  $\pi_1$  dan  $\pi_2$  masing-masing adalah potensial yang berkaitan dengan polarisasi konsentrasi dan polarisasi kinetika. Keduanya selalu negatif, sehingga sejumlah potensial tambahan diperlukan untuk menghilangkan efek ini (Skoog dkk, 1991).

Tiga kondisi yang dapat diterapkan pada suatu sel elektrolisis, yaitu:

- a. Elektrolisis dilakukan pada suatu harga potensial sel luar yang digunakan ( $E_{app}$ ) pada harga yang tetap.
- b. Elektrolisis dilakukan pada suatu harga arus yang tetap.

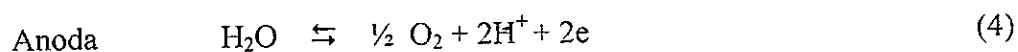
- c. Elektrolisis dilakukan dengan mempertahankan potensial salah satu elektrodanya (elektroda kerja) pada suatu harga yang tetap.

## 2.6 Elektrolisis pada Potensial Terpasang Tetap

Metoda ini sangat sederhana, prinsipnya adalah digunakan suatu potensial terpasang dari luar pada suatu harga yang tetap. Pada metoda ini arus mengalami penurunan sebagai fungsi waktu karena penurunan konsentrasi elektroaktif dan kenaikan derajat polarisasi konsentrasi. Metoda ini biasa digunakan jika jumlah jenis elektroaktif dalam larutan sampel lebih dari satu (larutan dengan jenis logam lebih dari satu) (Skoog dkk, 1991).

Nikel dalam larutan berupa ion  $\text{Ni}^{2+}$ , merupakan jenis ion logam yang mudah mengalami reduksi dengan menangkap 2 elektron dan menghasilkan padatan nikel yang akan mengendap pada katoda. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengisolasi atau mengambil logam nikel dalam larutan dengan menggunakan metoda elektrolisis (Cotton, 1976).

Reaksi sel



Masa nikel ( $W$ ) yang mengendap selama elektrolisis ternyata berbanding lurus terhadap muatan ( $Q$ ) dan massa molarnya ( $A_r$ ) dan berbanding terbalik dengan sejumlah elektron yang berpindah ( $n$ ) serta ( $F$ ) konstanta Faraday yang nilainya  $96.500 \text{ C mol}^{-1}$ . Hubungan tersebut disajikan pada persamaan berikut,

$$W = \frac{A_r \text{ Ni} \cdot Q}{n \cdot F} \quad (5)$$

Sistem sel tersusun oleh reaksi setengah sel yang memiliki potensial reduksi standar spesifik. Oleh Nernst dituliskan dalam persamaan matematik sebagai berikut:

$$E_{\text{sel}} = E_{\text{Ni}}^0 - \frac{RT}{nF} \ln K \quad (6)$$

Adapun persamaan tersebut merupakan perkiraan dari besarnya potensial dekomposisi.

Selama elektrolisis berlangsung pada potensial terpasang yang tetap, arus mengalami penurunan sebagai fungsi waktu yang tetap, yang disebabkan adanya penurunan dari konsentrasi ion logam dan kenaikan derajat polarisasi konsentrasi.

Arus menurun terhadap waktu elektrolisis dengan mengikuti persamaan:

$$I_t = I_0 e^{-k.t} \quad (7)$$

$I_t$  adalah arus pada saat waktu  $t$  dan  $I_0$  adalah arus sesaat sebelum terjadi polarisasi.

Lebih lanjut persamaan berikut memperlihatkan bahwa harga tetapan  $k$  dapat dinyatakan dengan:

$$k = \frac{25,8 DA}{V\delta} \quad (8)$$

$D$  merupakan koefisien difusi (dalam  $\text{cm}^2/\text{detik}$ ) yang berarti menyatakan laju difusi dari reaktan pada setiap gradien konsentrasi.  $A$  adalah luas permukaan elektroda (dalam  $\text{cm}^2$ ) dan  $\delta$  adalah tebal lapisan difusi (dalam  $\text{cm}$ ) yang mana terdapat gradien konsentrasi. Pada umumnya harga  $D$  berkisar sekitar  $10^{-5} \text{ cm}^2/\text{detik}$  dan harga  $\delta$  adalah sekitar  $2.10^{-3} \text{ cm}$ .

Pada elektrolisis ini, potensial anoda ( $E_a$ ) praktis tidak berubah, tetapi di pihak lain potensial katoda ( $E_k$ ) semakin berkurang dengan berkurangnya konsentrasi ion logam di dalam larutan (persamaan Nernst). Dengan demikian, potensial sel akan mengalami penurunan sejalan dengan menurunnya konsentrasi ion logam.

Selanjutnya dengan menurunnya harga arus elektrolisis, dengan sendirinya harga potensial jatuh pun berkurang secara eksponensial (Hartomo dkk, 1995).

## 2.7 Elektrogravimetri

Elektrogravimetri adalah suatu metoda pengendapan zat menggunakan proses elektrokimiawi, sehingga dalam metoda ini faktor jumlah listrik dan variabel waktu sangat berperan. Secara elektrogravimetri, pemisahan dan penentuan kadar-kadar ion logam dalam cuplikan yang mengandung ion-ion logam tersebut dapat dilakukan dengan jalan mengendapkan ion-ion logam tersebut pada suatu elektroda yang sesuai, dan dalam suasana larutan tertentu tergantung dari jenis-jenis logam yang akan ditentukan (Skoog dkk, 1991).

Pengendapan suatu logam pada katoda secara elektrolisis terjadi pada suatu harga potensial yang besarnya sesuai dengan harga potensial peruraian dari logam tersebut. Sedangkan pemisahan antara ion logam yang satu dari ion logam yang lain, terjadi apabila beda potensial peruraian dari ion-ion logam yang akan dipisahkan paling sedikit 0,4 volt (Skoog dkk, 1991).

## -2.8 Penentuan Deposit

Untuk menentukan lamanya waktu elektrolisis atau dengan kata lain untuk mengetahui apakah pengendapan suatu logam pada suatu elektroda telah sempurna, dapat dilakukan dengan beberapa cara antara lain:

### **Karena hilangnya warna larutan**

Untuk larutan-larutan yang berwarna, seperti misalnya larutan garam Kupri atau Nikel sulfat, maka pengendapan logam Cu atau logam Ni pada katoda telah sempurna apabila warna biru atau warna hijau dari larutan yang dielektrolisis telah hilang, artinya larutan menjadi tidak berwarna (Skoog dkk, 1991).

### **Dengan penambahan pereaksi tertentu**

Dengan cara ini, larutan yang telah dielektrolisis dalam waktu tertentu diambil sedikit dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan dengan sedikit larutan pereaksi khusus. Apabila dengan penambahan larutan pereaksi khusus tersebut ternyata sudah tidak lagi terjadi reaksi, berarti pengendapan logam tersebut pada katoda telah sempurna (Skoog dkk, 1991).

### **Menimbang berat katoda dan endapannya**

Cara ini dilakukan dengan jalan menimbang berat katoda beserta endapannya sampai akhirnya diperoleh berat yang tetap, artinya apabila pada minimum dua kali penimbangan katoda beserta endapannya yang dilakukan dalam selang waktu 10-15 menit setelah penimbangan pertama ternyata diperoleh berat yang konstan, berarti pengendapan logam pada katoda tersebut telah sempurna (Skoog dkk, 1991).

### **Mengamati Perubahan Arus**

Cara ini dilakukan dengan mengamati perubahan arus yang terbaca pada alat multimeter. Jika arus menurun kemudian konstan pada nilai tertentu, berarti pengendapan logam pada katoda telah sempurna (Skoog dkk, 1991).

## 2.9 Hukum Faraday

Karena arus listrik yang mengalir melalui sistem elektrokimia atau sel, terdapat hubungan yang pasti antara jumlah listrik yang mengalir melalui sel dengan jumlah massa yang bereaksi. Hubungan tersebut ditemukan oleh Michael Faraday lebih dari setengah abad yang lalu sebelum elektron ditemukan dan dasar energi atom dijelaskan. Massa materi atau zat yang terdeposit atau yang dihasilkan pada elektroda selama elektrolisis berbanding lurus dengan besarnya muatan listrik yang mengalir melalui elektrolit sel. Besarnya muatan ( $Q$ ) yang mengalir selama waktu elektrolisis dinyatakan dalam Coulomb.  $Q = I \cdot t = \text{arus} \cdot \text{waktu} = \text{amper} \cdot \text{detik} = \text{C}$ .

Berdasarkan hukum pertama Faraday, massa ( $m$ ) materi atau zat yang terdeposit dinyatakan oleh persamaan berikut ini:

$$m = Q z = I x t x z \quad (9)$$

dengan  $z$  adalah harga ekuivalen elektrokimia (Elektrochemical Equivalent-ECE) materi atau zat yang terdeposit (lihat table 2.1). Jika  $Q$  dalam Coulomb,  $Ixt$  dalam amper.detik dan  $m$  dalam gram, maka  $z$  dinyatakan dalam  $\text{gram} \cdot \text{Coulomb}^{-1}$ . Harga ekuivalen elektrokimia didapat dari hasil pembagian berat atom elemen dengan perubahan valensi selama reaksi dan muatan listrik 96,500 C (Couper dkk, 1990).

Table 2.1 Ekuivalen elektrokimia

Elemen	Berat	Reaksi	Perubahan Valensi	Ekuivalen Elektrokimia
Ag	107,88	$\text{Ag}^+ + e \rightleftharpoons \text{Ag}$	1	1,1179
Al	26,97	$\text{Al}^{3+} + 3e \rightleftharpoons \text{Al}$	3	0,0932
Cu	63,54	$\text{Cu}^+ + e \rightleftharpoons \text{Cu}$	1	0,6588
Cu	63,54	$\text{Cu}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cu}$	2	0,3294
H	1,008	$\text{H}^+ + e \rightleftharpoons 1/2\text{H}_2$	1	0,0104
Ni	58,69	$\text{Ni}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Ni}$	2	0,3041
Sn	118,70	$\text{Sn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Sn}$	2	0,6150
Cd	112,40	$\text{Cd}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Cd}$	2	0,2923
Zn	65,88	$\text{Zn}^{2+} + 2e \rightleftharpoons \text{Zn}$	2	0,3388

## 2.10 Hukum Nernst

Potensial sel Galvani tergantung 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 logam tersebut dalam larutan. Dalam suatu reaksi kimia:



perubahan energi bebas reaksi dinyatakan sebagai:

$$\Delta G = \Delta G^0 + RT \ln \frac{aC^c \times aD^d}{aA^a \times aB^b} \quad (11)$$

Setelah penggantian  $\Delta G = -nFE$  dan  $\Delta G^0 = -nFE^0$

Akan diperoleh: 
$$E = E^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{aC^c \times aD^d}{aA^a \times aB^b} \quad (12)$$

Atau dapat ditulis: 
$$E = E^0 - \frac{0,0591}{n} \log \frac{aC^c \times aD^d}{aA^a \times aB^b} \quad (13)$$

Notasi  $E$  merupakan perkiraan yang terukur, sedangkan  $E^0$  adalah potensial reduksi standar. Notasi  $a_A$  merupakan aktivitas spesies A dalam reaksi. Apabila larutan sangat encer, maka aktivitas dapat digantikan oleh konsentrasi (Couper dkk, 1990).

### 2.11 Hukum Ohm

Persamaan yang menunjukkan hubungan antara potensial dan arus listrik adalah hukum ohm yang dituliskan dalam persamaan:

$$I = \frac{E}{R} \quad (14)$$

dengan:  $I$  = Arus (Ampere)

$E$  = Tegangan (Volt)

$R$  = Tahanan (Ohm)

Dengan menaikkan tegangan, arus yang mengalir juga akan bertambah. Pada umumnya proses lapis listrik membutuhkan tegangan sekitar 12 volt dan rapat arus yang bervariasi (Skoog dkk, 1991).

### 2.12 Pengaruh Bahan Elektroda

Bahan elektroda berpengaruh terhadap kinerja proses elektrolisis. Kompleksitas perilaku elektroda dan kurangnya kajian mendalam pada bahan elektroda menjadikan sulit memilih bahan elektroda yang sesuai. Secara empiris, pemilihan bahan elektroda mempertimbangkan faktor-faktor: stabilitas fisik; stabilitas kimiawi yang meliputi ketahanan terhadap korosi, pembentukan oksida atau hidrida tertentu, pengendapan material organik yang mengganggu proses elektrolisis dan lain sebagainya; laju dan selektivitas produk yang akan terbentuk;

konduktivitas listrik; kesesuaian dengan desain sel atau sistem; serta ketahanan/umur dan faktor harga yang ekonomis (Sukardjo, 1985).

Bahan elektroda yang digunakan dalam proses elektrolisis adalah katoda dan anoda karbon. Batang karbon digunakan sebagai anoda dan katoda karena memiliki sifat elektroda dwi polar sehingga mudah mengantar arus listrik, *inert* karena tidak bereaksi dengan reaktan, elektrolit, maupun produk dan tidak mudah mengalami korosi oleh oksida maupun hidrida pada kondisi temperatur dan potensial yang ditentukan. (Couper dkk, 1990).

### 2.13 Metode Spektrometri Serapan Atom

Spektrometri serapan atom merupakan metode analisis logam dengan limit deteksi pada tingkat akurasi mikro. Spektrometri serapan atom didukung oleh kecepatan analisis yang tinggi dan ketelitian sampai tingkat runtu, dalam analisisnya spektrometri serapan atom tidak harus memisahkan unsur yang ditentukan karena kemungkinan penentuan satu unsur dengan kehadiran unsur lain dapat dilakukan dengan syarat lampu katoda berongga yang diperlukan tersedia. Sebagian besar metoda ini digunakan untuk menganalisis kandungan logam sedangkan zat nonlogam yang dapat dianalisis adalah fosfor dan boron. Analisis unsur terutama logam dalam air juga dapat dianalisis dengan spektrometri serapan atom sebagai sistem deteksi kendali mutu air juga untuk deteksi hasil destruksi sampel berupa bahan tambang seperti tanah atau batuan. Penentuan secara kuantitatif dengan spektrometri serapan atom memerlukan informasi batas kerja yang signifikan dan terarah agar instrumen analisis dapat mendeteksi analit. Batas kerja analit mengikuti standar baku yang

sudah dibuat. Misalnya, nikel terdeteksi pada batas panjang gelombang 232,0 nm menggunakan metode spektrometri serapan atom dengan nyala udara-asetilen untuk batas kerja 0,00014  $\mu\text{g/mL}$  dengan sensitivitas sekitar 0,007  $\mu\text{g/mL}$  (Hasswel, 1991)

Batas kerja spektrometri serapan atom dalam menganalisis logam nikel dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2. Kondisi Standar AAS untuk Ni

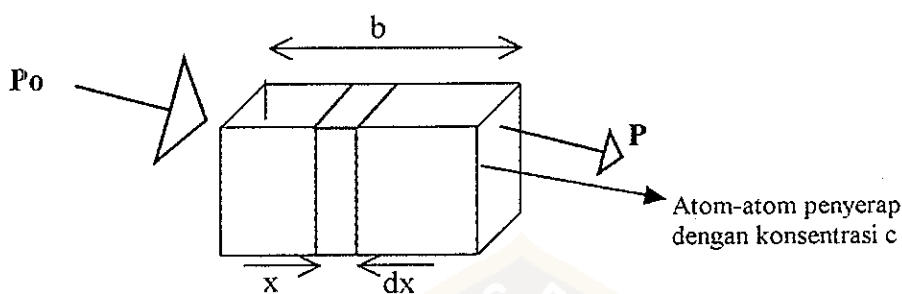
<i>Wavelength</i> (nm)	<i>Slit</i> (nm)	<i>Relative Noise</i>	<i>Sensitivity</i> (mg/L)	<i>Sensitivity check</i> (mg/L)	<i>Linear Range</i> (mg/L)
232,0	0,2	1,0	0,14	7,0	2
231,1	0,2	0,95	0,20	10,0	5
352,5	0,2	0,47	0,39	20,0	20
341,5	0,2	0,55	0,40	20,0	10
305,1	0,2	0,41	0,54	25,0	20
346,2	0,2	0,43	0,80	40,0	-
351,5	0,2	0,92	0,88	50,0	-
303,8	0,2	0,45	1,6	80,0	-
337,0	0,2	0,44	2,4	100,0	-
323,3	0,2	0,37	4,2	200,0	-
294,4	0,2	0,52	7,1	350,0	-
247,7	0,2	0,47	33,0	1500,0	-

### 2.13.1 Prinsip Spektrometri Serapan Atom

Prinsip metoda spektrometri serapan atom adalah serapan energi oleh atom keadaan dasar dalam fase gas. Larutan yang mengandung spesies logam dibakar dalam nyala, nyala akan mengubah senyawa dalam larutan dari fase cair menjadi fase gas, proses atomisasi terjadi selama perubahan dari fase cair menjadi fase gas, analit yang teratomkan berada dalam keadaan dasar. Proses penyerapan energi radiasi cahaya akan menyebabkan atom pada tingkat dasar tereksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi. Pengurangan intensitas radiasi yang diberikan sebanding dengan jumlah

atom pada tingkat keadaan dasar yang mengabsorpsi energi radiasi tersebut. Dengan pengukuran intensitas radiasi yang diteruskan atau intensitas radiasi yang diserap, konsentrasi unsur di dalam analit dapat ditentukan sesuai dengan pembacaan absorbansi pada spektrometer serapan atom (Day dkk, 1991).

### 2.13.2 Hubungan antara Absorbansi dan Konsentrasi



Gambar 2.3 Penurunan daya radiasi sinar oleh atom-atom penyerap

Hukum Beer menyatakan bahwa absorpsi energi radiasi oleh suatu sampel sebanding terhadap konsentrasi zat pengabsorpsi. Jika suatu sinar dengan daya  $P_0$  dilewatkan melalui lapisan tipis elementer sel serapan dengan ketebalan  $dx$ , maka penurunan daya sinar  $dP$  sebanding terhadap daya sinar yang masuk, konsentrasi atom-atom pengabsorpsi  $c$ , dan terhadap ketebalan sel serapan. Hubungan ini dinyatakan pada persamaan berikut:

$$dP = -\beta P c dx \quad (15)$$

dengan  $\beta$  adalah konstanta. Dengan mengintegrasikan persamaan di atas dari  $x = 0$  sampai dengan  $b$  dan  $P = P_0$  sampai dengan  $P$ , maka diperoleh persamaan Hukum Lambert-Beer sebagai berikut:

$$A = \epsilon b c \quad (16)$$

dengan  $A$  adalah absorbansi,  $c$  adalah konsentrasi zat ( $\text{mol L}^{-1}$ ),  $b$  panjang lintasan zat pengabsorpsi (cm), dan  $\epsilon$  absorptivitas molar ( $\text{L cm}^{-1} \text{mol}^{-1}$ ) (Hasswel, 1991).