

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Timbal**

Timbal pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat dikerak bumi dan juga bisa berasal dari kegiatan manusia. Timbal memiliki sifat lunak, mudah ditempa, dan bertitik leleh rendah. Saat baru dipotong, timbal berwarna perak mengilat kebiruan, tetapi jika terpapar udara permukaannya akan berubah menjadi warna abu-abu buram. Timbal adalah unsur stabil bernomor atom tertinggi dan tiga di antara isotopnya adalah hasil akhir peluruhan berantai unsur-unsur yang lebih berat.

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk kedalam kelompok logam golongan IV-A pada Tabel Periodik unsure kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2.

Logam timbal di bumi sangat sedikit. Jumlah timbal yang terdapat di seluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi. Jumlah ini sangat sedikit jika dibandingkan dengan jumlah kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi (Palar, 2008).

Timbal dapat ditambang dari bijih mineral tertentu; hal ini dilakukan sejak zaman prasejarah di Asia Kecil. Galena, bijih timbal yang paling utama, sering mengandung perak, sehingga banyak ditambang dan digunakan di Romawi Kuno.

Namun, produksinya menurun sejak keruntuhan Romawi, dan baru pada Revolusi Industri produksi timbal kembali mencapai tingkat seperti zaman Romawi. Pada 2014, produksi timbal dunia melebihi 10 juta ton per tahun, dan lebih dari setengahnya dihasilkan melalui daur ulang.



Gambar 2.1 Timbal

## 2.2 Sifat-Sifat Timbal

### 2.2.1 Sifat- sifat fisika

Fasa pada suhu kamar	: Padatan
Densitas	: 11,34 g/cm <sup>3</sup>
Titik leleh	: 328°C
Titik didih	: 1740°C
Panas fusi	: 4, 77 kJ/mol
Panas penguapan	: 179, 5 kJ/mol
Kalor jenis	: 26,650 J/molK

### 2.2.2 Sifat- Sifat kimia

Bilangan oksidasi	: 4,2,-4
Elektronegativitas	: 2,33 (skala pauli)
Energi Ionisasi 1	: 715,6 KJ/mol

Energi Ionisasi 2	: 1450,5 kJ/mol
Energi Ionisasi 3	: 3081,5 kJ/mol
Jari-jari atom	: 175 pm
Radius Ikatan Kovalen	: 146 pm
Van Den Waals	: 202 pm
Struktur Kristal	: kubik berpusat muka
Sifat kemagnetan	: diamagnetic
Resistifitas ternal	: 208 nohm.m
Konduktifitas ternal	: 35,3 W/mK

Timbal larut dalam beberapa asam bereaksi dengan cepat dengan halogen dan merupakan logam berat lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau tangan dan dapat dibentuk dengan mudah, sifat- sifat kimia timbal adalah :

- 1) Tahan terhadap korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai coating.
- 2) Titik lebur rendah, hanya 328°C
- 3) Merupakan penghantar listrik yang tidak baik
- 4) Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibanding dengan logam – logam biasa, kecuali emas dan merkuri.

### 2.3 Pengaruh Timbal Pada Industri

Timbal tidak hanya sebagai senyawa beracun yang mencemari udara, tetapi timbal juga dapat digunakan dalam industri baterai, kabel, penyepuhan,

pestisida, sebagai alat antiletup pada bensin, zat penyusun patri atau solder, sebagai formulasi penyambung pipa sehingga memungkinkan terjadinya antar air rumah tangga dengan Pb. Kemampuan Pb membentuk alloy dengan berbagai jenis logam lain sehingga bisa meningkatkan sifat metalurgi dari Pb, yaitu :

- 1) Pb + Sb sebagai kabel telepon
- 2) Pb + As + Sn + Bi sebagai kabel listrik
- 3) Pb+ Ni senyawa azida sebagai bahan peledak
- 4) Pb + Cr+ Mo + CI sebagai pewarnaan cat
- 5) Pb + asetat untuk mengkilapkan keramik dan bahan anti api
- 6) Pb + Te sebagai pembangkit listrik tenaga panas
- 7) Tetrametil-Pb dan Tetraetil Pb sebagai bahan adiktif pada bahan bakar kendaraan bermotor.

Timbal sebagai salah satu zat yang dicampurkan ke dalam bahan bakar (premium dan premix), yaitu  $(C_2H_5)_4 Pb$  atau TEL (Tetra Ethyl Lead) yang digunakan sebagai bahan adiktif yang berfungsi meningkatkan angka oktan sehingga penggunaannya akan menghindarkan mesin dari gejala “ngelitik” yang berfungsi sebagai pelumas bagi kerja antarkatup mesin (intake & exhaust valve ) dengan dudukan katup valve seat serta valve guide. Keberadaan octan booster dibutuhkan dalam bensin agar mesin bisa bekerja dengan baik. (Widowati Wahyu,dkk. 2008).

## 2.4 Bahaya Timbal

Logam bersifat kumulatif. Mekanisme toksisitas Pb berdasarkan organ yang dipengaruhinya adalah :

- 1) Sistem pembentukan darah (hematopoetik), yang dapat menyebabkan terhambatnya pembentukan hemoglobin sehingga dapat menimbulkan gejala anemia.
- 2) Sistem saraf yang menyebabkan gangguan saraf pusat seperti sulit berfikir dan mengingat, kerusakan otak besar, dan delirium.
- 3) Sistem ekskresi yang menyebabkan gangguan ginjal dengan gejala aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis dan atrofi glomerular.
- 4) Sistem saluran cerna yang menyebabkan sakit perut dan konstipasi.
- 5) Sistem jantung dan pembuluh darah yang menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah.
- 6) Sistem reproduksi yang menyebabkan kematian janin sewaktu dilahirkan.
- 7) Sistem endokrin yang menyebabkan gangguan tiroid (Widowati Wahyu,dkk, 2008).

Timbal bisa menyebabkan kerusakan otak, darah, ginjal, dan hati yang tidak dapat disembuhkan. Para ilmuwan telah mengetahui bahwa timbal menjadi beracun dengan menggantikan kation-kation logam yang aktif biologis, seperti kalsium dan zink, dari protein-proteinnnya. (2008).

Ketika memasuki tubuh, timbal akan menyebar melalui darah ke berbagai

organ tubuh, seperti otak, ginjal, dan hati. Setelah itu, timbal akan mengendap di gigi dan tulang dalam waktu yang lama.

Meskipun dalam jumlah kecil, paparan timbal secara terus-menerus akan menyebabkan akumulasi timbal di dalam tubuh sampai kadarnya cukup untuk menimbulkan gejala keracunan. Proses akumulasi racun timbal hingga akhirnya menimbulkan gejala bisa berlangsung dalam hitungan bulan hingga tahun.

#### **2.4.1 Gejala Klinis Keracunan Pb**

Keracunan timbal adalah kondisi ketika seseorang mengalami pengendapan timbal di dalam tubuh. Timbal itu sendiri merupakan unsur kimia berbentuk logam yang sangat beracun bagi tubuh. Racun timbal dapat merusak fungsi organ dan sistem tubuh manusia, terutama anak-anak. Umumnya, keracunan timbal terjadi akibat adanya paparan timbal dalam jumlah kecil untuk waktu yang lama.

Gejala keracunan timbal biasanya muncul saat kadar timbal di dalam tubuh sudah sangat tinggi. Berikut ini adalah beberapa gejala keracunan timbal yang dapat dialami anak-anak:

- 1) Mudah merasa lelah, pucat, dan lesu akibat anemia
- 2) Keterlambatan dalam tumbuh kembang
- 3) Kesulitan berkonsentrasi dan belajar
- 4) Perilaku menjadi lebih agresif
- 5) Nafsu makan dan berat badan menurun
- 6) Mengalami gangguan makan pica
- 7) Nyeri perut dan kram

- 8) Kelemahan pada otot dan sendi
- 9) Sakit kepala
- 10) Muntah
- 11) Konstipasi
- 12) Kejang
- 13) Kehilangan kemampuan mendengar
- 14) Mengeluh mulutnya terasa seperti logam

Sementara bagi orang dewasa, gejala yang dapat dialami akibat keracunan timbal adalah:

- a) Hipertensi
- b) Nyeri otot dan sendi
- c) Sulit tidur
- d) Sakit kepala
- e) Mati rasa atau kesemutan di kaki dan tangan
- f) Sulit berkonsentrasi atau mengingat sesuatu
- g) Sakit kepala
- h) Nyeri perut
- i) Suasana hati (mood) tidak terkendali
- j) Kesulitan memiliki anak

Pada ibu hamil, paparan timbal dapat meningkatkan risiko terjadinya bayi lahir mati, lahir prematur, atau lahir dengan berat badan rendah. Selain itu, paparan timbal pada janin dapat menyebabkan keguguran, serta kerusakan pada otak, ginjal, dan sistem saraf janin yang masih berkembang.

## 2.5 Sumber Pencemaran

Pencemaran udara oleh logam berat terutama disebabkan oleh gas buangan kendaraan bermotor. Asap kendaraan sebagai hasil dari pembakaran bahan bakar yang mengandung bahan tambahan (additive). Timbal dapat menghasilkan emisitimbal anorganik. Logam timbal yang telah bercampur dengan bahan bakar kemudian akan bercampur dengan oli dan selanjutnya melalui proses di dalam mesin kendaraan logam timbal akan keluar dari emisi gas buangan kendaraan ini menyumbang sekitar 65% dari pencemaran udara. Bahan aditif yang biasa dimasukkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil-Pb, 18% etilendiklorida, 18% etilendibromida dan sekitar 2% campuran tambahan dari bahan-bahan yang lain. Jumlah senyawa timbal yang jauh lebih besar dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain tidak terbakar atau musnahnya timbal dalam peristiwa pembakaran mesin menyebabkan jumlah timbal yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan menjadi sangat tinggi. Berdasarkan pada analisis yang pernah dilakukan, dapat diketahui kandungan bermacam-macam senyawa timbal yang ada dalam asap kendaraan bermotor.

Pencemaran timbal (Pb) selain dari emisi gas buang kendaraan bermotor dapat pula berasal dari buangan industri metalurgi, proses korosi lead bearing alloys, pembakaran batu bara, asap pabrik yang mengolah alkil-Pb, Serta Pb-oksida. Sumber utama pencemaran Pb berasal dari sektor manufaktur atau bangunan, selanjutnya dari transportasi dan komunikasi. Hal tersebut menunjukkan bahwa jenis gas-gas berbahaya yang dieimisikan ke udara masih didominasi oleh sektor industri manufaktur dan transportasi. (Widowati Wahyu, dkk, 2008).

## 2.6 Dampak dari Pb

Daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif logam berat akan bekerja sebagai penghalang kerja enzim dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Sehingga proses metabolisme terputus. Selain itu bahan beracun tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh yang akan mengakibatkan gangguan kesehatan. Salah satu jenis logam berat tersebut yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan serius adalah Timbal. Timbal dalam keseharian biasa dikenal dengan timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum, dengan symbol (Pb).

Salah satu sumber utama pencemaran timbal adalah penggunaan bahan bakar minyak (BBM), dimana timbal digunakan sebagai salah satu komponen utama pencampur BBM, untuk meningkatkan nilai oktan. Timbal juga biasa kita dapatkan pada beberapa peralatan yang sering kita pakai selama ini seperti peralatan rumah tangga seperti sendok, garpu dan pisau. Timbal juga digunakan dalam bentuk oksida timbal sebagai pigmen atau zat pewarna dalam industri kosmetik dan glaze serta industri keramik.

Proses pencemaran Pb pada makanan, antara lain terjadi pada hasil olahan makanan dalam kaleng. Kontaminan ini antara lain dapat berasal dari kaleng karena proses pematangan pada saat penyambungan kaleng, atau dari campuran cat yang digunakan untuk melindungi metal. Air minum dapat tercemar cukup tinggi oleh timbal karena menggunakan pipa berlapis Pb.

Keberadaan timbal dalam tubuh dapat berpengaruh dan mengakibatkan berbagai gangguan fungsi jaringan dan metabolisme. Gangguan mulai dari sintesis haemoglobin darah, gangguan pada ginjal, system reproduksi, penyakit akut atau

kronik sistem syaraf serta gangguan fungsi paru-paru. Pengaruh lain yang sangat mengawatirkan kita, bahwa seorang anak kecil dapat menurun dua point tingkat kecedasannya jika terdapat 10– 20  $\mu\text{g}/\text{dl}$  pb dalam dalam darahnya.

Beberapa penelitian juga mendapatkan bahwa timbal dapat merusak jaringan saraf, fungsi ginjal, menurunkan kemampuan belajar dan membuat anak hiperaktif. Kondisi dapat dijelaskan bahwa jaringan lunak tubuh yang dapat menyerap Pb antara lain otak, hati, limfa, ginjal dan sumsum belakang dalam bentuk Pb posfat, kemudian mengalami redistribusi.

Pengaruh pencemaran Pb dalam tubuh, bahkan dapat mempengaruhi kecerdasan. Tingkat kecerdasan anak (yang tubuhnya telah terkontaminasi Pb sampai 10 mikrogram) bisa menurun atau bahkan menjadi idiot. Pada ibu hamil dapat menyebabkan berkurangnya kesuburan, keguguran atau mempengaruhi perkembangan sel otak janin, bahkan dapat menyebabkan kelumpuhan. Timbal yang terserap oleh anak, walaupun dalam jumlah kecil, dapat menyebabkan gangguan pada fase awal pertumbuhan fisik dan mental yang kemudian berakibat pada fungsi kecerdasan dan kemampuan akademik.

## **2.7 Toksisitas Timbal**

Toksisitas timbal bergantung pada tempat dimana manusia melakukan aktivitas bekerja dan menghabiskan waktu pada lokasi dimana mereka hidup dan biasanya bersifat toksisitas kronis terutama pada orang dewasa. Prevalensi terjadinya sangat bervariasi dan erat hubungannya dengan jenis pekerjaannya. Orang dewasa mengabsorpsi Pb sebesar 5-15% dari keseluruhan Pb

yang dicerna, sedangkan anak-anak mengabsorpsi Pb lebih besar, yaitu 45,5%. Timbal Pb adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia.

Logam Pb tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga bila makanan dan minuman tercemar P dikonsumsi maka tubuh akan mengeluarkannya. Didalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembekuan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, kuku, jaringan lemak, dan rambut. Waktu paruh timbal (Pb) dalam eritrosit adalah selama 35 hari, dalam jaringan ginjal dan hati selama 40 hari, sedangkan waktu paruh dalam tulang adalah selama 30 hari. Tingkat ekskresi Pb melalui system urinaria adalah sebesar 76%, gastrointestinal 16%, dan rambut, kuku, serta keringat sebesar 8%. (Widowati Wahyu,dkk.2008)

## **2.8 Analisis Logam Dalam Tubuh Manusia**

Dalam penentuan kadar logam berat pada tubuh manusia seperti (Pb, Cd,Hg, As, dsb), sampel yang digunakan dalam analisis biasanya yang diambil dari tubuh manusia adalah : darah, kuku, rambut, gigi, jaringan, bilasan lambung,urine. Timbal masuk ke dalam tubuh manusia melalui berbagai cara antara lain ketika bernafas, makan, menelan atau minum (Sukar dan Suharjo, 2015).

Timbal di dalam tubuh manusia bisa menghambat aktivitas enzim diantaranya dalam pembentukan hemoglobin sehingga tidak dibutuhkan dan apabila makanan dan minuman yang tercemar timbal termakan oleh manusia maka timbal akan dikeluarkan. Sebagian kecil timbal diekskresikan melalui

urindan feses, karena sebagian terikat oleh protein dan sebagian lain terakumulasi didalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak dan rambut. (Saleha,dkk. 2013).

## 2.9 Kuku

Kuku adalah bagian tubuh manusia yang terdapat atau tumbuh di ujung jari. Kuku tumbuh dari sel mirip gel lembut yang mati, mengeras, dan kemudian terbentuk saat mulai tumbuh dari ujung jari dan memiliki pori-pori. Kulit ari pada pangkal kuku berfungsi melindungi dari kotoran. Fungsi utama kuku adalah melindungi ujung jari yang lembut dan penuh urat saraf, serta mempertinggi daya sentuh. Kuku bukan bagian dari tulang melainkan terbuat dari protein yang disebut keratin. Keratin bukan hanya terdapat pada kuku saja, melainkan terdapat juga pada kulit dan rambut.

Pada kulit di bawah kuku terdapat banyak pembuluh kapiler yang memiliki suplai darah kuat sehingga menimbulkan warna kemerah-merahan. Seperti tulang dan gigi, kuku merupakan bagian terkeras dari tubuh karena kandungan airnya sangat sedikit.

Pertumbuhan kuku jari tangan dalam satu minggu rata-rata 0,5 - 1,5 mm, empat kali lebih cepat dari pertumbuhan kuku jari kaki. Pertumbuhan kuku juga dipengaruhi oleh panas tubuh. Nutrisi yang baik sangat penting bagi pertumbuhan kuku. Sebaliknya, kalau kekurangan gizi atau menderita anoreksia nervosa, pertumbuhan kuku sangat lamban dan rapuh

## 2.10 Petugas SPBU

Petugas Stasiun Pengisian Bahan Bakar Umum (SPBU) merupakan kelompok pekerja yang berperan penting dalam membantu pelayanan dan penyediaan kebutuhan bahan bakar untuk transportasi masyarakat. Namun petugas ini juga memiliki resiko terpapar dengan bahan kimia yang berbahaya, khususnya timbal dari bensin dan emisi gas kendaraan bermotor yang sedang menunggu antrian pengisian bahan bakar ataupun kendaraan yang akan berangkat setelah selesai mengisi bensin. Posisi SPBU yang berada dekat jalan raya memudahkan petugas terpapar dengan polutan timbal dari asap kendaraan yang melaju di jalan raya. (Roza & dkk, 2015).

Petugas SPBU adalah pegawai atau pekerja yang ditugaskan untuk melayani dan menjaga di SPBU. Biasanya di 1 SPBU terdapat 10 pekerja , dan mereka memakai seragam yang telah diberi oleh perusahaannya. Petugas diwajibkan memakai sarung tangan tetapi sarung tangan yang tidak full atau sarung tangan yang terlihat jarinya. Karena jika mereka memakai sarung tangan full , mereka tidak bisa menyentuh angka-angka di SPBU.



Gambar 2.2 Sarung tangan

Timbal masuk ke dalam tubuh manusia melalui beberapa jalur yaitu melalui makanan, minuman, udara lewat paru-paru, dan penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Begitu pula pada pegawai SPBU, timbal bisa masuk lewat apa saja, apalagi kalau petugas SPBU nya tidak bersih. Jika makan, tidak mencuci tangan atau saat sedang melayani pelanggan mereka menyentuh hidung atau menyentuh bagian tubuh lainnya.

### **2.11 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometer Serapan Atom digunakan untuk analisis kuantitatif unsur-unsur logam dalam jumlah sekelumit (trace) dan sangat sekelumit (ultratrace). Cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak tergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut. Cara ini cocok untuk analisis kelumit logam karena mempunyai kepekaan yang tinggi, pelaksanaannya relatif sederhana dan interferensinya sedikit. Metode spektrofotometer serapan atom berprinsip pada absorpsi energi cahaya oleh atom netral pada panjang gelombang tertentu tergantung pada sifat unsurnya. Dengan menyerap suatu energi, maka atom akan memperoleh energi sehingga suatu atom pada keadaan dasar dapat ditingkatkan energinya ke tingkat eksitasi.

Spektrofotometer Serapan Atom elektrotermal pertama kali diperkenalkan pada awal tahun 1970. Secara umum alat memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi

karena seluruh sampel diatomisasi dalam periode yang singkat. Sensitivitas dan batas deteksinya ialah 20 hingga 1000 kali lebih baik dibandingkan dengan flame ter emission spektrofotometry. Selain itu volume sampel yang dibutuhkan relative sedikit, yaitu biasanya + 0,5-10 uL. Sedangkan peralatan yang dibutuhkan pada analisis elektrotermal ini adalah sama dengan peralatan pada metode absorpsi nyala. Sebagian besar instrumen didesain secara modern sehingga perubahan tipe atomisasi ke tipe lain merupakan persoalan yang relatif mudah.



Gambar 2.3 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

#### A. Keunggulan/Kelebihan Metode SSA

- 1) Spesifik
- 2) Batas limit (deteksi) rendah
- 3) Dari satu larutan yang sama, beberapa unsur berlainan dapat diukur
- 4) Pengukuran dapat langsung dilakukan terhadap larutan contoh
- 5) Dapat diaplikasikan kepada banyak jenis unsur dalam banyak jenis contoh

- 6) Batas kadar yang dapat ditentukan sangat luas

## **B. Kekurangan Metode SSA**

- 1) Kurang sempurnanya preparasi sampel, seperti : proses destruksi yang kurang sempurna tingkat keasaman blanko dan sampel tidak sama.
- 2) Gangguan kimia berupa: disosiasi tidak sempurna, terbentuknya senyawa refraktori.

## **C. Komponen- komponen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

- 1) Sumber radiasi  
Fungsi dari sumber sinar adalah memberikan radiasi sinar pada atom-atom netral hingga terjadi absorpsi, yang diikuti peristiwa eksitasi atom. Sumber sinar biasanya diperoleh dari lampu katoda berongga (Hollow Cathode Lamp\_HCl) yang memberikan energi sinar yang khas untuk setiap atom. HCL dapat berupa unsur tunggal atau kombinasi beberapa unsur (Ca, Mg, Al, Fe, Mn, Cu, Zn, Pb, dan Sn).
- 2) Unit atomisasi (Atomiser nyala)  
Tujuan Atomisasi : untuk mendapatkan atom-atom netral Atomisasi dapat dilakukan dengan nyala api (paling banyak digunakan) atau tanpa nyala api. Tahap pembentukan atom dari larutan zat dapat dilakukan dengan 3 cara sebagai berikut :

a) Memakai nyala (pembakar)

Prosesnya adalah larutan dikabutkan terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke pembakar atau burner. Kemudian udara bertekanan (kompresor) sebagai oksidan ditiupkan ke dalam ruang pengkabut (nebulizer) sehingga akan mengisap larutan sampel dan membentuk aerosol. Kabut halus dari aerosol kemudian dicampur dengan bahan bakar diteruskan ke pembakar, sedangkan butir-butir yang besar akan mengalir ke luar melalui pembuangan (waste).

Pemakaian nyala (pembakar) mempunyai keuntungan dan kekurangan sebagai berikut :

I. Keunggulan

- 1) Memberikan hasil-hasil yang bagus
- 2) Mudah cara kerjanya

II. Kekurangan

- 1) Efisiensi pengatoman di dalam nyala rendah, sehingga membatasi tingkat kepekaan analisis yang dapat dicapai
- 2) Penggunaan gas yang banyak, bahaya ledakan
- 3) Jumlah sampel yang diperlukan relatif banyak

b) Tanpa nyala (memakai tungku grafit)

Prosesnya dimulai dengan memanaskan tungku grafit dengan listrik (electrical thermal). Suhu dari tungku dapat diprogram sehingga pemanasan larutan dilakukan secara bertahap:

1. Tahap pengeringan (desolvasi)
2. Tahap pengabuan (volatilisasi, dissosiasi)
3. Tahap pendinginan
4. Tahap atomisasi

Pemakaian tungku grafit mempunyai keuntungan dan kekurangan sebagai berikut :

1. Keunggulan

- a. Sensitivitas lebih baik. Limit deteksi dapat mencapai 100-1000 kali lebih kecil dari sistem nyala api.
- b. Sering dapat digunakan untuk analisa renik dengan kadarkurang dari 10  $\mu\text{g/l}$
- c. Suhu dapat diatur, sehingga sampel yang dijadikan atom lebih banyak
- d. Jumlah sampelnya sedikit (5 $\mu\text{l}$ )
- e. Cara penyiapan sampel sederhana. Sampel yang mengandung asam-asam pekat, larutan kental, larutan organik serta cairan dengan kandungan zat padat cukup tinggi dapat langsung dianalisis
- f. Kepekaan lebih baik dari cara nyala

2. Kekurangan

- a. Perlu keterampilan khusus untuk pengoperasiannya
- b. Kemungkinan terbentuk senyawa karbida yang sulit diuraikan. Hal ini sudah mulai dikurangi dengan cara

melapisi dengan grafit pirolisis

c) Tanpa panas (dengan penguapan)

Metode ini digunakan untuk menetapkan raksa (Hg), karena raksa pada suhu biasa mudah menguap dan berada dalam keadaan atom bebas.

3) Sistem Optik

Fungsi sistem optik adalah memfokuskan sinar dari sumber sinar, mengarahkannya kepada sampel dan meneruskannya ke monokromator sampai ke detektor.

4) Monokromator

Fungsi dari monokromator adalah mengisolasi sinar yang diperlukan (salah satu atau lebih garis-garis resonansi dengan  $\lambda$  tertentu) dari sinar (spektrum) yang dihasilkan oleh lampu katoda berongga, dan meniadakan  $\lambda$  yang lain. Peralatan yang digunakannya adalah cermin, lensa, filter, prisma atau kisi difraksi. Monokromator yang digunakan harus mampu memberikan resolusi yang terbaik, umumnya mempunyai resolusi 0,2 nm.

5) Detektor

Fungsi dari detektor adalah menentukan intensitas radiasi foton dari garis resonansi yang keluar dari monokromator dan mengubahnya menjadi arus listrik. Biasanya menggunakan tabung pengganda foton (photomultiplier tube). Syarat dari detektor adalah harus peka terhadap cahaya. Tenaga listrik yang dihasilkan dari detektor diteruskan ke

amplifier, kemudian ke sistem pembacaan, dimana skala yang dibaca dapat dalam satuan % T atau absorbansi.

#### 6) Amplifier

Berfungsi sebagai penguat sinyal listrik yang dihasilkan oleh detektor.

### 2.12 Kerangka Konsep

Adapun kerangka konsep penelitian ini tentang Analisa Kadar Logam Pb pada kuku petugas SPBU di sepanjang jalan Sei Batang hari Kelurahan Babura Kecamatan Medan Sunggal Tahun 2022 seperti pada gambar dibawah ini.

