

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Udara**

Setiap makhluk hidup membutuhkan udara. Oleh karena itu, udara adalah hal yang sangat penting dan mendasar bagi kehidupan, baik manusia maupun makhluk hidup lainnya. Udara merupakan campuran dari gas, yang terdiri dari sekitar 78% nitrogen ( $N_2$ ), 20% oksigen ( $O_2$ ), 0,93 argon, 0,03% karbon dioksida ( $CO_2$ ) dan sisanya terdiri dari neon (Ne), helium (He), metan ( $CH_4$ ) dan hidrogen ( $H_2$ ). Udara dikatakan “normal” dan dapat mendukung kehidupan apabila mengandung komposisi tersebut diatas. Sedangkan apabila terjadi perubahan gas-gas lain yang menimbulkan gangguan serta perubahan komposisi tersebut, maka dikatakan udara sudah tercemar atau terpolusi (Tarumingkeng&Hardjanto, 2004).

Ada empat tingkatan pencemaran yang diklasifikasikan oleh *WHO*. Pencemaran tingkat pertama, yaitu pencemaran yang tidak menimbulkan kerugian bagi manusia. Pencemaran tingkat kedua, yaitu pencemaran yang mulai menimbulkan kerugian bagi manusia seperti terjadinya iritasi pada indra kita. Pencemaran tingkat ke tiga, yaitu pencemaran yang sudah dapat bereaksi pada daya tahan tubuh dan menyebabkan terjadinya penyakit kronis. Dan yang terakhir adalah pencemaran tingkat keempat, yaitu pencemaran yang telah menimbulkan sakit akut dan kematian bagi manusia maupun hewan dan tumbuh-tumbuhan (Sari, 2020).

Pencemaran udara salah satunya bersumber dari kendaraan bermotor.

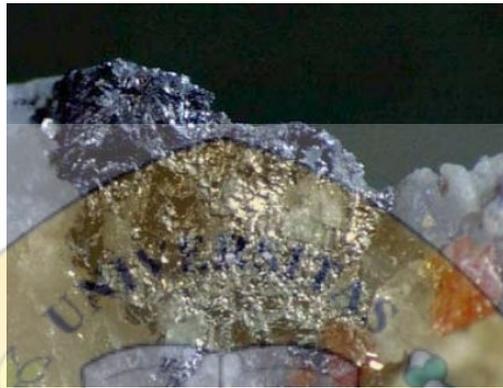
Perkembangan otomotif sebagai alat transportasi sangat memudahkan manusia dalam melaksanakan suatu pekerjaan, namun disisi lain penggunaan kendaraan bermotor menimbulkan dampak buruk terhadap lingkungan, terutama gas buang dari hasil pembakaran bahan bakar yang tidak terurai atau terbakar dengan sempurna. Salah satunya zat pencemar udara yaitu logam berat Timbal (Pb) dihasilkan dari pembakaran yang kurang sempurna pada mesin kendaraan. Logam Pb di alam tidak dapat didegradasi atau dihancurkan dan disebut juga sebagai non essential trace element yang paling tinggi kadarnya, sehingga sangat berbahaya jika terkontaminasi pada tubuh dalam jumlah yang banyak. Saat ini pemerintah telah berupaya penghapusan Pb dalam bensin dan menggunakan bahan pengganti Tetra Etil Lead (TEL) guna menghilangkan efek buruk yang ditimbulkan oleh Pb terhadap kesehatan.

## **2.2 Timbal**

### **2.2.1 Definisi Timbal**

Timbal adalah logam berat berwarna perak kebiruan dengan titik leleh rendah dan biasanya ditemukan di alam berkombinasi dengan elemen lain dan memiliki sifat toksik meskipun dalam jumlah yang kecil. Timbal memiliki simbol Pb yang diambil dari kata bahasa latin *plumbum* dan memiliki nomor atom 82 yang dalam sistem periodik unsur terletak pada golongan IV A dan periode ke 6. Timbal biasanya dimanfaatkan sebagai bahan dalam industri kendaraan bermotor, bahan bakar, cat bangunan, baterai, dan peralatan elektronik. Penggunaan timbal paling banyak ditemukan pada industri baterai dan kendaraan bermotor. Timbal dialam tidak terdegradasi atau dihancurkan dan disebut juga sebagai non essential

trace element yang paling tinggi kadarnya, sehingga sangat berbahaya jika terkontaminasi pada tubuh dalam jumlah yang banyak. Partikel-partikel yang terkontaminasi dengan timbal dapat terangkut melalui udara, air, dan tanah (Gusnita,2012).



*Gambar 2. 1* Logam Timbal

Timbal sebenarnya terbentuk secara alami di alam, namun kebanyakan dari konsentrasi timbal di lingkungan berasal dari hasil aktivitas manusia. Karena penggunaan timbal pada bahan bakar, siklus timbal buatan telah terbentuk. Pada mesin kendaraan, timbal dibakar sehingga garam timbal (klorin, bromin, dan oksida) akan terbentuk. Garam timbal ini masuk ke dalam lingkungan melalui buangan gas kendaraan. Partikel berukuran lebih besar akan segera jatuh ke tanah kemudian mencemari tanah atau permukaan air. Sementara itu, partikel berukuran lebih kecil akan bergerak pada jarak yang jauh lebih luas dari siklus timbal alami. Hal tersebut menyebabkan polusi timbal menjadi masalah dunia.

### **2.2.2 Toksisitas Logam Timbal**

Toksisitas timbal atau keracunan timbal dapat berupa akut atau kronis. Akut dapat menyebabkan hilangnya nafsu makan, sakit kepala, hipertensi, nyeri

perut, gangguan fungsi ginjal, kelelahan, sulit tidur, artritis, halusinasi dan vertigo. Akut terutama terjadi ditempat kerja dan diindustri manufaktur yang menggunakan timbal. Paparan kronis timbal dapat menyebabkan keterbelakangan mental, cacat lahir, psikosis, autism, alergi, disleksia, penurunan berat badan, hiperaktif, kelumpuhan, kelemahan otot, kerusakan otak, kerusakan ginjal dan bahkan menyebabkan kematian (Rosihan & Husaini,2017).

### 2.2.3 Gejala Keracunan Timbal

Gejala keracunan timbal biasanya muncul saat kadar timbal didalam 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) Nyeri perut dan kram
- 7) Kelemahan pada otot dan sendi
- 8) Sakit kepala
- 9) Muntah
- 10) Kehilangan kemampuan mendengar

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

- 1) Hipertensi

- 2) Nyeri otot dan sendi
- 3) Sulit tidur
- 4) Sakit kepala
- 5) Mati rasa atau kesemutan dikaki dan tangan
- 6) Sulit konsentrasi atau mengingat sesuatu
- 7) Sakit kepala
- 8) Nyeri perut
- 9) Suasana hati (mood) tidak terkendali
- 10) Kesulitan memiliki anak

#### **2.2.4 Dampak Keracunan Timbal**

##### **A. Pada Sistem Saraf**

Di antara semua sistem pada organ tubuh, sistem syaraf merupakan sistem yang paling sensitif terhadap daya racun yang dibawa oleh logam Pb. Pengamatan yang dilakukan pada pekerja tambang dan pengolahan logam Pb menunjukkan bahwa pengaruh dari keracunan Pb dapat menimbulkan kerusakan pada otak. Penyakit-penyakit yang berhubungan dengan otak, sebagai akibat dari keracunan Pb adalah halusinasi, kerusakan pada otak besar, dan delirium, yaitu sejenis penyakit gula.

##### **B. Pada Sistem Ginjal**

Senyawa-senyawa Pb yang terlarut dalam darah akan dibawa oleh darah keseluruh tubuh. Pada peredarannya, darah akan terus masuk ke glomerulus yang merupakan bagian dari ginjal. Dalam glomerulus tersebut terjadi proses pemisahan akhir dari semua bahan yang dibawa darah, apakah masih berguna bagi tubuh

atau harus dibuang karena sudah tidak diperlukan lagi. Ikut sertanya senyawa Pb yang terlarut dalam darah ke sistem urinaria (ginjal) dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada saluran ginjal. Kerusakan yang terjadi tersebut disebabkan terbentuknya *intranuclear inclusion bodies* yang disertai dengan membentuk *aminociduria*, yaitu terjadinya kelebihan asam amino dalam urine. Aminociduria dapat kembali normal setelah selang waktu beberapa minggu, tetapi *intrauclear inclusion bodies* membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk kembali.

### C. Pada Jantung

Sejauh ini perubahan dalam otot jantung sebagai akibat dari keracunan Pb baru ditemukan pada anak-anak. Perubahan tersebut dapat dilihat dari perubahan EKG. Tetapi setelah diberikan bahan khelat, EKG akan kembali normal (Afifah, 2020).

### 2.2.5 Kegunaan Timbal

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 kemungkinan terjadi air antar 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 kabeltelepon
- 2) Pb + As + Sn + Bi sebagai kabellistrik
- 3) Pb + Ni senyawa azida sebagai bahanpeledak
- 4) Pb + Cr + Mo + Cl sebagai pewarnacat

- 5) Pb + asetat untuk mengkilapkan keramik dan bahan antiapi
- 6) Pb+ Te sebagai pembangkit listrik tenaga panas
- 7) Tetrametil-Pb dan Tetraetil-Pb sebagai bahan aditif pada bahan bakar

Timbal sebagai salah satu zat yang di campur kedalam bahan bakar (premium dan premix), yaitu  $(C_2H_5)_4 Pb$  atau TEL (*Tetra Ethil Lead*) yang di gunakan sebagai bahan aditif, yang berfungsi untuk meningkatkan angka oktan sehingga penggunaannya akan menghindarkan mesin dari gejala "ngelitik" yang berfungsi sebagai pelumas bagi kerja antar katup mesin (*intake & exhaust valve*) dengan dudukan katup valve seat serta valve guide. Keberadaan oktan booster di buruhkan dalam mesin agar mesin bisa bekerja dengan baik. (Widowati Wahyu,dkk. 2008).

## 2.2.6 Metabolisme Timbal

### A. Absorbsi

Timah hitam dan senyawanya masuk kedalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan dan saluran pencernaan, sedangkan absorpsi melalui kulit sangat kecil sehingga dapat diabaikan. Bahaya yang ditimbulkan oleh Pb tergantung oleh ukuran partikelnya. Partikel yang lebih kecil  $10 \mu g$  dapat terhadap di paru-paru, sedangkan partikel yang lebih besar menghadap kesaluran nafas bagian atas. Rata-rata 10-30% Timbal yang terinhalasi diabsorpsi melalui paru- paru, dan sekitar 5-10% dari yang tertelan diabsorpsi melalui saluran pencernaan.

### B. Distribusi dan Penyimpanan

Timah hitam yang masuk diabsorpsi diangkut oleh darah ke organ-organ

tubuh sebanyak 95% Pb dalam darah dapat diikat oleh eritrosit. Sebagian Pb plasma dalam bentuk yang dapat berdifusi dan diperkirakan dalam keseimbangan dengan *pool* Pb tubuh lainnya. Yang dibagi menjadi bagian dua yaitu jaringan lunak (sumsum tulang, sistem saraf, ginjal dan hati) dan ke jaringan keras (tulang, kuku, rambut, gigi). Pada jaringan lunak sebagian Pb disimpan didalam aorta, hati, ginjal, otak, dan kulit. Timah hitam yang ada di jaringan lunak bersifat toksik

### C. Ekskresi

Ekskresi Timbal melalui beberapa cara, yang terpenting adalah melalui ginjal dan saluran cerna. Ekskresi timbal melalui urine sebanyak 75-80%, melalui feces 15% dan lainnya melalui empedu, keringat, rambut, dan kuku. Ekskresi timbal melalui saluran cerna dipengaruhi oleh saluran aktif dan pasif kelenjar saliva, pankreas dan kelenjar lainnya di dinding usus, regenerasi sel epitel.

### 2.3 Rambut

Rambut merupakan kelenjar kulit yang tumbuh pada hampir seluruh permukaan kulit kecuali telapak tangan, telapak kaki, kuku, dan bibir. Jenis rambut manusia pada garis batas dapat digolongkan 2 jenis, yaitu: rambut terminal rambut kasar yang mengandung pigmen, terdapat dikepala, alis, bulu mata, ketiak, dan genitalia eksterna rambut halus, rambut halus sedikit pigmen, terdapat hampir seluruh tubuh.

Rambut manusia dapat merekam unsur yang masuk ke dalam tubuh

manusia melalui tiga pintu masuk yaitu jalur makanan atau pencernaan (oral), pernapasan dan kulit. Keberadaan dan konsentrasi unsur dalam rambut dapat merefleksikan keadaan atau status kesehatan seseorang dimana ia tinggal dan bekerja. Pada rambut gugus Sulfhidril dan disulfida dalam rambut mampu mengikat unsur runtu yang masuk kedalam tubuh dan terikat didalam rambut.

Rambut dapat digunakan sebagai indikator pencemaran pada orang daerah industri berdasarkan tingkat mobilitas atau lamanya interaksi dengan tercemar logam timbal. Faktor yang mempengaruhi kadar Pb rambut meliputi lama cemaran, umur, genetik, dan nutrisi, tingkat keracunan, keseimbangan antara tingkat nutrisi dan tipe metabolisme timbal dalam tubuh (Afifah,2020).

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

Spektrofotometer serapan atom (SSA) adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan unsur-unsur dalam suatu sampel yang berbentuk larutan. Prinsip dari analisa SSA didasarkan proses penyerapan energi oleh atom-atom yang berada pada tingkat tenaga dasar (ground state). Penyerapan energitersebut akan mengakibatkan tereksitasinya elektron dalam kulit atom ke tingkat tenaga yang lebih tinggi (excited state). Akibat dari proses penyerapan radiasi tersebut elektron dari atom-atom bebas tereksitasi tidak stabil dan akan kembali ke keadaan semula disertai dengan memancarkan energi radiasi dengan panjang gelombang tertentu dan karakteristik untuk setiap unsur. (Torowati & dkk,2008).

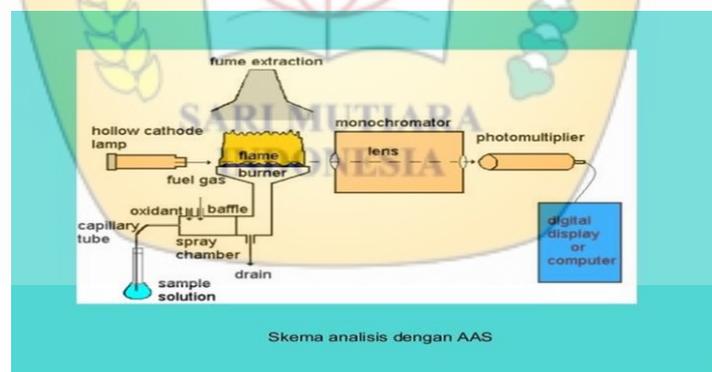
### **2.4.1 Keunggulan/ Kelebihan Metode SSA**

- 1) Spesifik.
- 2) Batas limit ( deteksi )rendah.
- 3) Dari satu larutan yang sama, beberapa unsur berlainan dapatdiukur.
- 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 sangatluas.

#### 2.4.2 Kelemahan Metode SSA

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

#### 2.4.3 Komponen–Komponen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)



**Gambar 2. 2** Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

##### 1) Sumber Sinar

Sumber radiasi SSA adalah *hallow Cathode Lamp* (HCL). Setiap pengukuran dengan SSA kita harus menggunakan *Hallow Cathode Lamp* khusus misalnya akan menentukan konsentrasi tembaga dari satu cuplikan. Maka kita harus menggunakan *Hallow Cathoda* Khusus. *Hallow Cathode* akan

memancarkan energi radiasi yang sesuai dengan energi yang diperlukan untuk transisi elektron atom.

*Hallow Cathode Lamp* terdiri dari katode cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logam mulai memijar dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan terseksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu.

## 2) Sumber Atomisasi (Nyala)

Sumber atomisasi dibagi menjadi 2 yaitu sistem nyala dan sistem tanpa nyala. Kebanyakan instrumen sumber atomisasinya adalah nyala dan sampel diintroduksikan dalam bentuk larutan. Sampel masuk ke nyala dalam bentuk aerosol. Aerosol bisa dihasilkan oleh nebulizer (pengabut) yang dihubungkan ke nyala oleh ruang penyemprot (*Chamber spray*). Jenis nyala yang digunakan secara luas untuk pengukuran analitik adalah udara-asetilen dan nitrous oksida-asetilen.

Dengan kedua jenis nyala ini, kondisi analisis yang sesuai untuk kebanyakan analisis dapat ditentukan dengan menggunakan metode-metode emisi, absorpsi dan fluoresensi.

### a. Nyala Udara Asetilen

Biasanya menjadi pilihan untuk analisis menggunakan SSA. Temperatur nyalanya yang lebih rendah mendorong terbentuknya atom netral dan dengan nyala yang kaya bahan bakar pembentukan oksida dari banyak unsur dapat diminimalkan.

### **b. Nitrous Oksida-asetilen**

Dianjurkan dipakai untuk penentuan unsur- unsur yang mudah membentuk oksida dan sulit terurai. Hal ini disebabkan karena temperatur nyala yang dihasilkan relatif tinggi. Unsur-unsur tersebut adalah : Al, B, Mo, Si, Ti, V, dan W.

Prinsip dari SSA, larutan sampel diaspirasikan ke suatu nyala dan unsur-unsur didalam sampel diubah menjadi uap atom sehingga nyala mengandung atom unsur-unsur dianalisis. Beberapa di antara atom akan tereksitasi secara termal oleh nyala, tetapi kebanyakan atom tetap tinggal sebagai atom netral dalam keadaan dasar (ground state). Atom- atom ground state ini kemudian menyerap radiasi yang diberikan oleh sumber radiasi yang terbuat dari unsur- unsur yang bersangkutan. Panjang gelombang yang dihasilkan oleh sumber radiasi adalah sama dengan panjang gelombang yang diabsorbansi oleh atom dan nyala.

#### **1) Monokromator**

Monokromator merupakan alat yang berfungsi untuk memisahkan radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh *Hallow Cathode Lamp*.

#### **2) Detektor**

Detektor merupakan alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, yang memberikan suatu isyarat listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka.

#### **3) Sistem Pengolah**

Sistem pengolah berfungsi untuk mengolah kuat arus dari detektor menjadi

besaran daya serap atom trnsmisi yang selanjutnya diubah menjadi data dalam sistempembacaan.

#### 4) Sistem Pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata.

#### 2.5 Kerangka Konsep

