

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

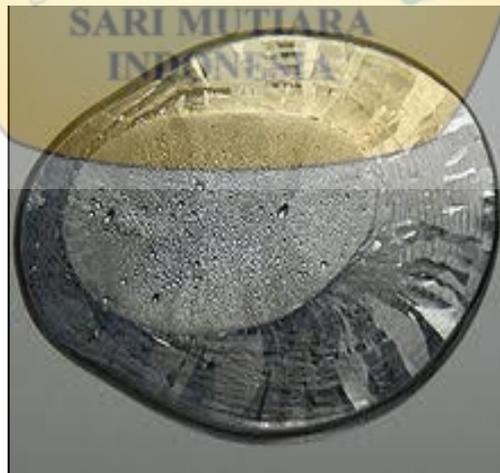
2.1. Timbal

2.1.1. Pengertian Timbal (Pb)

Timbal (Pb) pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Namun, Timbal juga bisa berasal dari kegiatan manusia bahkan mampu mencapai jumlah 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami. (Widowati & dkk,2008).

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 unsur 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).



Gambar 2.1. Logam Timbal

2.1.2. Sifat – Sifat Timbal

Fasa pada suhu kamar	: Padatan
Densitas	: 11,34 g/cm ³
Titik leleh	: 328 ⁰ C
Titik didih	: 1740 ⁰ C
Panas fusi	: 4,77 kJ/mol
Panas penguapan	: 179,5 kJ/mol
Kalor jenis	: 26,650 J/molK

2.1.3. Sifat – Sifat Kimia

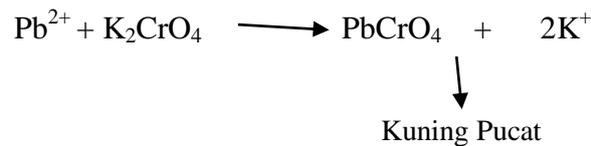
Bilangan oksidasi	: +2,+4,lainnya langka
Elektronegativitas	: 2,33 (skala Pauli)
Energi ionisasi 1	: 715,6 kJ/mol
Energi ionisasi 2	: 1450,5 kJ/mol
Energi ionisasi 3	: 3081,5 kJ/mol
Jari-jari atom	: 175 pm
Radius ikatan kovalen	: 146 pm
Jari-jari Van Der Waals	: 202 pm
Struktur Kristal	: Kubik berpusat muka
Sifat kemagnetan	: Diamagnetic
Resistivitas ternal	: 208 nohm.m
Konduktivitas ternal	: 35,3 W/mK

Timbal larut dalam beberapa asam terdeteksi 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 :

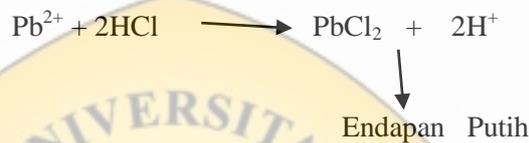
1. Tahan terhadap korosi atau karat, sehingga logam Timbal sering digunakan sebagai coating
2. Titik lebur rendah, hanya 328⁰C
3. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik
4. Mempunyai kerapatan yang lebih besar di banding dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri

2.1.4 Uji Kualitatif

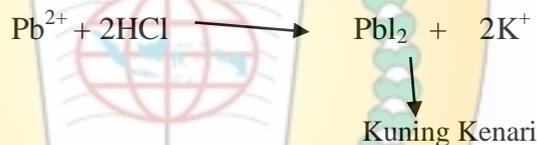
1. Hasil saringan (filtrat tersebut masukkan ke dalam 3 tabung reaksi) masing-masing 10 ml.
2. Pada tabung pertama, tambahkan larutan K_2CrO_4 1% dengan tetes demi tetes. Apabila menghasilkan warna kuning pucat maka Pb dinyatakan positif.



3. Pada tabung kedua, tambahkan dengan HCl kemudian dipanaskan dalam waterbath. Jika menghasilkan endapan warna putih maka Pb dinyatakan positif.



4. Pada tabung ketiga, tambahkan dengan larutan KI 1%. Apabila menghasilkan warna kuning kenari maka pb dinyatakan positif.



2.1.5. Kegunaan Timbal

Timbal tidak hanya sebagai senyawa beracun yang mencemari udara, tetapi timbal juga dapat digunakan dalam industri baterai, kabel, penyepuhan, pestisida, sebagai alat anti letup 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 kabel telepon
2. Pb + As + Sn + Bi sebagai kabel listrik
3. Pb + Ni senyawa azida sebagai bahan peledak
4. Pb + Cr + Mo + Cl sebagai pewarna 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 aditif pada bahan bakar kendaraan bermotor.

Timbal sebagai salah satu zat yang dicampur kedalam bahan bakar (premium dan premix), yaitu $(C_2H_5)_4 Pb$ atau TEL (*Tetraethyl Lead*) yang digunakan 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 dibutuhkan dalam mesin agar mesin bisa bekerja dengan baik. (Widowati Wahyu,dkk. 2008).

2.1.6. Bahaya Timbal

Logam bersifat kumulatif. Mekanisme toksisitas Pb berdasarkan organ yang dipengaruhi 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 berpikir 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).

2.1.7. Timbal Dalam Lingkungan

Pencemaran lingkungan oleh Timbal dapat mengakibatkan bahaya kesehatan bagi manusia. Sumber-sumber bahan pencemar Timbal dalam lingkungan adalah ekspor limbah industri, minuman keras yang tidak terdaftar, penghirupan udara dan bahan-bahan kosmetik. Masalah utama keracunan Timbal

berasal dari penambangan, makanan dan minuman yang terkontaminasi, cat di rumah-rumah tua dan peleburan Timbal.

Banyak negara menghentikan penggunaan bensin berbahan Timbal. Timbal berasal dari atmosfer masuk ke dalam air tanah dan sungai atau kolam melalui air hujan. Timbal juga dapat berasal dari pipa-pipa air minum yang dilapisi dengan Timbal. (Sembel, 2015).

2.1.8. Pb di Udara

Emisi Pb dari lapisan atmosfer bumi berbentuk gas atau partikel. Emisi Pb bentuk gas, terutama berasal dari buangan gas kendaraan bermotor, merupakan hasil sampingan dari pembakaran mesin-mesin kendaraan dari senyawa tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb dalam bahan bakar kendaraan bermotor. Emisi Pb dari pembakaran mesin menyebabkan jumlah Pb udara dari asap buangan kendaraan meningkat sesuai meningkatnya jumlah kendaraan. (Widowati & dkk, 2008).

Bahan aditive yang biasa dimasukkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil-Pb, 18% etilendiklorida, 18% etilen dibromida dan sekitar 2% campuran tambahan dari bahan-bahan yang lain. Jumlah senyawa Pb yang jauh lebih besar dibandingkan dengan senyawa-senyawa lain dan tidak terbakar pada mesin menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan menjadi sangat tinggi. (Palar, 2008).

Pencemaran Pb selain dari emisi gas buangan 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. (Widowati & dkk, 2008).

Sumber utama pencemaran Pb berasal dari emisi gas buangan kendaraan bermotor yang menempati 90% dari total emisi Pb di atmosfer. Sekitar 10% Pb mengendap langsung di tanah dalam jarak 100 meter dari jalan, 45% mengendap dalam jarak 20 km, 10% mengendap dalam jarak 20-200 km, dan 35% terbawa ke atmosfer. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan Pb di udara di daerah lingkungan perkotaan yang padat lalu lintas adalah sebesar 0,1-0,2 ppm dan kandungan Pb dalam darah penduduk di sekitar lokasi adalah > 0,3 ppm. (Widowati & dkk, 2008).

2.1.9. Pb di Dalam Air dan Makanan

Pb (Timah Hitam/Timbal) dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan, secara alamiah dan sebagai dampak dari aktivitas manusia. Secara alamiah, Pb dapat masuk ke badan perairan melalui pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi dari bantuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam badan perairan.

Pb yang masuk ke dalam badan perairan sebagai dampak dari aktivitas kehidupan manusia ada bermacam bentuk. Diantaranya adalah air buangan (limbah) dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam dan buangan sisa industri baterai. (Palar, 2008).

Banyak perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) yang menggunakan pipa mengandung Pb, sehingga sangat besar kemungkinan tercemarnya air minum oleh Pb. Kadar Pb dalam tanah sekitar 5-25 ppm, dalam air tanah 1-60 ppm, dan lebih rendah lagi pada permukaan air. Air minum bisa tercemar oleh Pb karena penggunaan pipa berlapis Pb, peralatan makanan keramik berlapis, dan solder yang mengandung Pb.

Pengemasan makanan menggunakan kertas Koran bekas memungkinkan terjadinya migrasi logam berat (terutama Pb) dari tinta koran menuju makanan. Berdasarkan hasil penelitian, makanan/minuman yang dikemas dalam kaleng diketahui memiliki kadar Pb sebesar $634,64 \pm 94,25$ ppm. Kadar Pb yang bermigrasi ke dalam makanan/minuman sebesar $0,171 \pm 0,02$ ppm, dengan kecepatan reaksi pelepasan Pb sebesar $5,56 \times 10^{-5}$ bpj/jam. (Widowati & dkk, 2008).

2.1.10. Keracunan Oleh Logam Pb

Timbal (Pb) adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengonsumsi makanan, minuman, atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, dan lewat parenteral. Logam Pb tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia sehingga bila makanan dan minuman tercemar Pb dikonsumsi, maka tubuh akan mengeluarkannya. Orang dewasa mengabsorpsi Pb sebesar 5-15% dari keseluruhan Pb yang dicerna, sedangkan anak-anak mengabsorpsi Pb lebih besar, yaitu 41,5%.

Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) dan sebagian kecil Pb diekskresikan lewat urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dalam ginjal, hati, 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 sistem urinaria adalah sebesar 76%, gastrointestinal 16%, dan rambut, kuku, serta keringat sebesar 8%. (Widowati & dkk, 2008).

Keracunan Pb senyawa organik umumnya menyebabkan keracunan yang bersifat neurotoksik. Ensefalopati terjadi jika kadar Pb di dalam darah di atas 80 mg/dl atau 80 ppm, dan penderita menunjukkan gejala kejang, ataksia dan koma. Pada keracunan Pb dengan kadarnya di dalam darah 400-500 mg/dl, penderita mengalami penurunan IQ akibat terganggunya fungsi neurotransmisi. (Soedarto, 2013).

Timbal bersifat kumulatif. Mekanisme toksisitas Pb berdasarkan organ yang mempengaruhinya adalah :

1. Sistem haemopoietik, di mana Pb menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia
2. Sistem saraf, dimana Pb bisa menimbulkan kerusakan otak dengan gejala epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar, dan delirium.
3. Sistem urinaria, dimana Pb bisa menyebabkan lesi tubulus proksimalis, *loop of Henle*, serta menyebabkan aminoasiduria.
4. Sistem gastro-intestinal, di mana Pb menyebabkan kolik dan konstipasi.
5. Sistem kardiovaskuler, di mana Timbal (Pb) dapat menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah.
6. Sistem reproduksi berpengaruh terutama terhadap gametotoksitas atau janin belum lahir menjadi peka terhadap Pb. Ibu hamil yang terkontaminasi Pb bisa mengalami keguguran, tidak berkembangnya sel otak embrio, kematian janin waktu lahir, serta hipospermia dan teratospermia pada pria.
7. Sistem endokrin, dimana Pb mengakibatkan gangguan fungsi tiroid dan fungsi adrenal.
8. Bersifat karsinogenik dalam dosis tinggi. (Widowati & dkk, 2008).

Bayi dan anak umumnya lebih peka terhadap keracunan Timbal dibandingkan orang dewasa, karena konsumsi makanan relatif lebih banyak dari pada orang dewasa dan penyerapan Pb melalui susu anak juga lebih muda. Selain itu organ-organ hati, ginjal dan otak anak juga masih dalam masa perkembangan. Banyak mainan yang dijual di pasar berbahaya bagi kesehatan anak karena dilapisi cat yang mengandung Timbal. (Soerdarto,2013).

Tabel 2.1 Gangguan kesehatan akibat keracunan Timbal

Gangguan kesehatan	Konsentrasi Pb dalam darah ($\mu\text{g}/\text{dl}$)
Gangguan mental dan penurunan IQ	10
Ensefalopati	80-100
Anemia anak	25-40
Anemia dewasa	50
Gangguan fungsi ginjal	10
Kerusakan ginjal	60
Kecepatan penghantaran saraf menurun	30
Neutropati perifer	60
Jumlah sperma menurun	40-50
Penurunan berat lahir bayi	Sekitar 20
Kolik	Diatas 80

Sumber : (Soerdarto, 2013)

2.1.11 Metabolisme Timbal (Pb)

1. Absorpsi

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 $10 \mu\text{g}$ dapat terhadap di paru-paru, sedangkan partikel yang lebih besar menghadap ke saluran 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.

2. 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 di dalam aorta, hati, ginjal, otak, dan kulit. Timah hitam yang ada di jaringan lunak bersifat toksik.

3. Ekskresi

Ekskresi Timbal melalui beberapa cara, yang terpenting adalah melalui ginjal dan saluran cerna. Ekskresi timbal melalui urine sebanyak 75-80%, melalui feses 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, dan ekskresi empedu. (Ardyanto, Deteksi Pencemaran Timah Hitam (Pb) Dalam Darah Masyarakat Yang Terpapar Timbal (Pb)).

2.1.12 Efek Timbal (Pb) Terhadap Kesehatan

Paparan bahan tercemar Timbal (Pb) dapat menyebabkan gangguan sebagai berikut:

a. Pada Sistem Saraf

Di antara semua sistem pada organ tubuh, sistem saraf merupakan sistem yang paling sensitif terhadap daya racun yang dibawa oleh logam Pb. Pengamatan yang dilakukan pada pekerjaan 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 epilepsi, halusinasi, kerusakan pada otak besar, dan delirium, yaitu sejenis penyakit gula.

b. Pada Sistem Ginjal

Senyawa-senyawa Timbal(Pb) yang terlarut dalam darah akan dibawa oleh darah ke seluruh 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. Aminoaciduria dapat kembali normal setelah selang waktu beberapa minggu, tetapi *intranuclear inclusion bodies* membutuhkan waktu bertahun-tahun untuk kembali.

c. Pada Sistem Reproduksi

Percobaan yang diperlukan terhadap tikus putih jantan dan betina yang perlakuan dengan 1% Pb-asetat ke dalam makanannya, menunjukkan hasil berkurangnya kemampuan sistem reproduksi dari hewan tersebut. Embrio yang dihasilkan dari perkawinan yang terjadi antara tikus jantan yang diberi perlakuan Pb-asetat dengan betina normal (yang tidak diberi perlakuan), mengalami hambatan dalam pertumbuhannya. Sedangkan janin yang terdapat pada betina yang diberi perlakuan dengan Pb-asetat mengalami penurunan dalam ukuran, hambatan pada pertumbuhan dalam rahim induk dan setelah dilahirkan.

d. Pada Sistem Endokrin

Efek yang dapat ditimbulkan oleh keracunan Timbal terhadap fungsi sistem endokrin merupakan penelitian yang paling sedikit dilakukan dibandingkan dengan sistem-sistem lain dari tubuh. Pengukuran terhadap steroid dalam urin pada kondisi paparan Timbal yang berbeda dapat digunakan untuk melihat hubungan penyerapan Timbal pada sistem endokrin. Dari pengamatan yang dapat dilakukan dengan paparan Timbal yang terus mengalami peningkatan dalam posisi minus. Kecepatan pengeluaran aldosteron juga mengalami penurunan selama pengurangan garam pada orang yang keracunan Timbal.

e. Pada Jantung

Orang lain yang dapat diserap oleh racun yang dibawa oleh logam Pb adalah jantung. Namun 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. (Palar, 2008).

2.1.13 Tingkat Pb Normal Dalam Tubuh

Untuk dapat melakukan evaluasi terhadap keterpaparan oleh logam Pb, perlu diketahui batas normal dari konsentrasi kandungan Pb dalam jaringan-jaringan dan cairan tubuh.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan di Amerika Serikat disimpulkan bahwa pemasukan Pb sehari-hari ke dalam tubuh dan digolongkan pada tingkat keterpaparan normal adalah dalam kisaran 330 μg perhari, dengan tingkatan variasi antara 100 μg sampai dengan 200 μg .

Tabel 2.2 Ada Empat Kategori Pb Dalam Darah Orang Dewasa

Kategori	$\mu\text{g Pb}/100 \text{ ml Darah}$	Deskripsi
A (normal)	< 40	Tidak terkena paparan atau tingkat paparan normal
B (dapat ditoleransi)	40-80	Pertambahan penyerapan dari keadaan terpapar tetapi masih bisa ditoleransi
C (berlebihan)	80-120	Kenaikan penyerapan dari keterpaparan yang banyak dan mulai memperlihatkan tanda-tanda keracunan
D (tingkat bahaya)	>120	Penyerapan mencapai tingkat bahaya dengan tanda-tanda keracunan ringan sampai berat

Kenyataannya, umur dan jenis kelamin turut mempengaruhi kandungan Pb dalam jaringan tubuh seseorang. Semakin tua umur seseorang, akan semakin tinggi pula konsentrasi Pb yang terakumulasi pada jaringan tubuhnya. Jenis jaringan juga turut mempengaruhi kadar Pb yang terkandung, bahwa dalam jaringan otak, kadar Pb yang ada tidak sama dengan kadar Pb yang terdapat dalam paru-paru ataupun ginjal (Palar, 2008).

2.2 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 besar dapat digolongkan 2 jenis, yaitu; rambut terminal, rambut kasar yang mengandung banyak pigmen, terdapat di kepala, alis, bulu mata, ketiak, dan genitalia eksterna, serta rambut halus, rambut halus sedikit pigmen, terdapat hampir di seluruh tubuh.

Masuknya timbal ke dalam tubuh melewati jalur pernapasan, ingesti, dan kontak dengan permukaan kulit. Saat bernapas, sebagian besar timbal yang terhirup akan masuk ke pembuluh darah dan paru-paru. Eritrosit akan mengikat kira-kira 95% timbal dan sisanya diikat oleh plasma darah. Darah akan mengangkut seluruh senyawa timbal yang telah terabsorpsi di dalam tubuh dan akan mengalokasikan ke setiap jaringan tubuh secara menyeluruh selanjutnya akan disalurkan ke tubulus ginjal dan sel hati, dan nantinya disebar-luaskan menuju jaringan keras seperti tulang, rambut, serta gigi untuk disimpan (Palar, 2008).

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 di dalam rambut. (Mayaserli & Renowati, 2017).

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 cemar, umur, genetik dan nutrisi sehingga rambut dapat digunakan sebagai indikator tingkat pencemaran Pb. (Tirtaadi & Prasasti, 2017)

Analisa timbal menggunakan rambut karena selain sebagai bioindikator pencemaran, juga dapat mengukur kandungan nutrisi, tingkat keracunan, keseimbangan antara tingkat nutrisi dan tipe metabolisme Timbal dalam tubuh. (Sukar & Suharjo, 2015).

2.3 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 energi tersebut 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, 2018).

2.3.1 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.

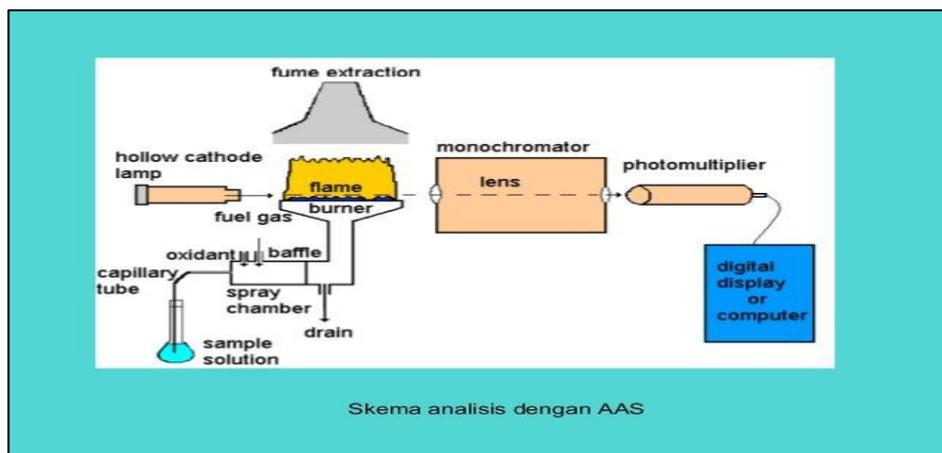
2.3.2 Kelemahan Metode SSA

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

2.3.3 Komponen–Komponen 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.



Gambar 2.2 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

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 di dalam 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.

3. Monokromator

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

4. 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.

5. Sistem Pengolah

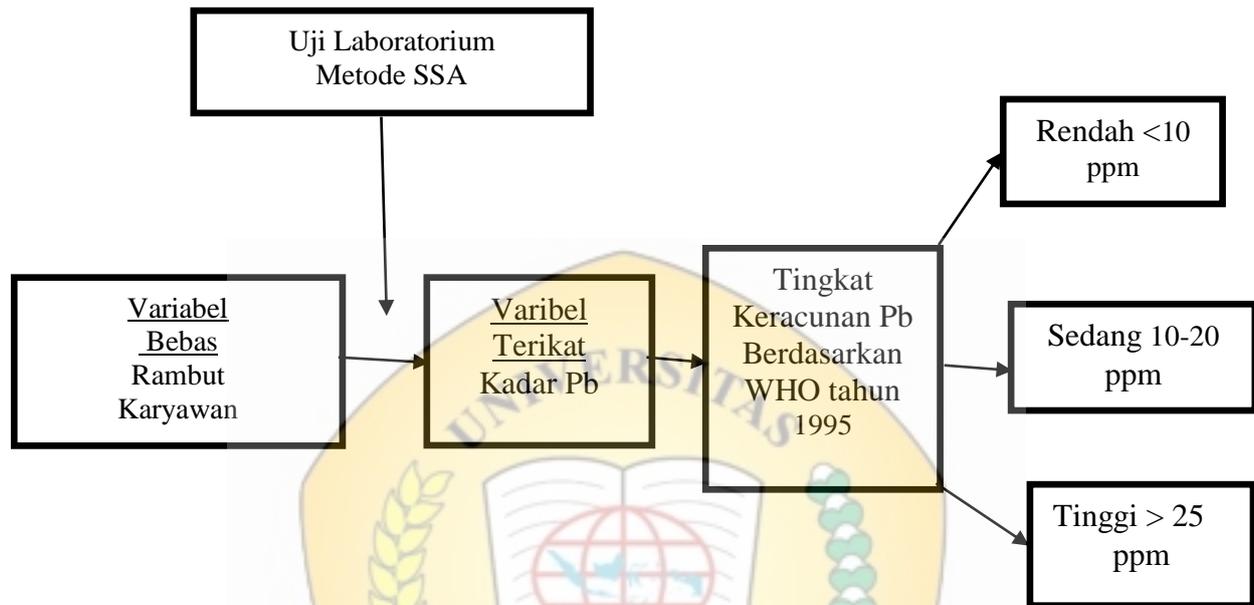
Sistem pengolah berfungsi untuk mengolah kuat arus dari detektor menjadi besaran daya serap atom transmisi yang selanjutnya diubah menjadi data dalam sistem pembacaan.

6. Sistem Pembacaan

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

2.4 Kerangka Konsep

Adapun kerangka konsep pada penelitian analisa kadar Pb pada rambut karyawan SPBU di Jl. Kapten Muslim Medan tahun 2022 seperti pada gambar 2.3 dibawah ini.



Gambar 2.3 Kerangka Konsep