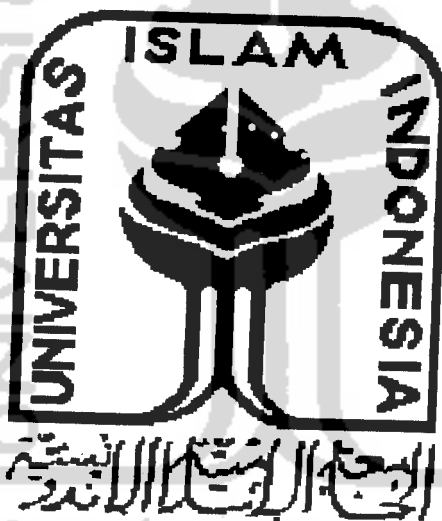


**PENENTUAN LOGAM TIMBAL, TEMBAGA DAN KROMIUM
PADA DEBU JALAN MALIOBORO JOGJAKARTA DENGAN
SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat mencapai
gelar Sarjana Sains (S.Si.) Program studi Ilmu Kimia
pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia
Jogjakarta**



disusun oleh :

HERU SUMARSONO

No Mhs : 00612005

**JURUSAN ILMU KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2005**

**PENENTUAN LOGAM TIMBAL, TEMBAGA DAN KROMIUM
PADA DEBU JALAN MALIOBORO JOGJAKARTA
DENGAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

oleh :

HERU SUMARSONO

No Mhs : 00612005

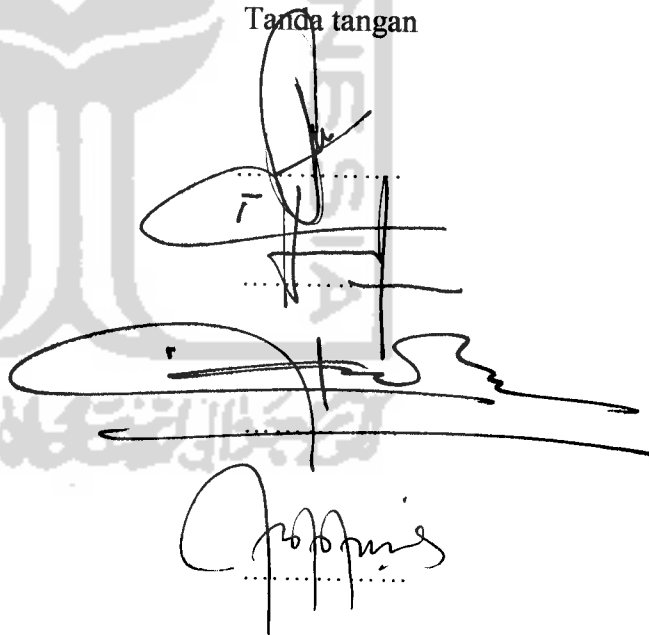
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Penguji Skripsi
Jurusan Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia

Tanggal : 21 April 2005

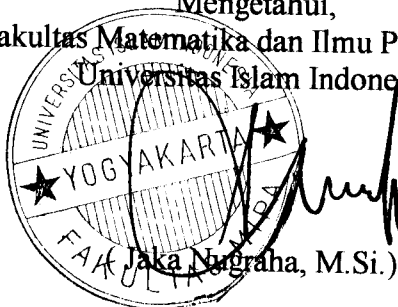
Dewan Penguji

1. Rudi Syahputra, M.Si.
2. Tatang Shabur Julianto, S.Si
3. Drs. Allwar, M.Sc.
4. Is Fatimah, M.Si.

Tanda tangan



Mengetahui,
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Islam Indonesia



Jaka Nugraha, M.Si.)

MOTTO

"Agar jangan kamu berduka cita atas sesuatu yang lepas darimu, dan jangan bersuka ria atas anugerah yang diberikan kepadamu"(QS. Al Hadiid : 23)

"Sesungguhnya kemenanganmu dan kekalahanmu beserta orang-orang yang miskin, orang-orang yang lemah"(Al Hadis)

"Sesungguhnya Allah ditaati dan disembah dengan ilmu. Begitu juga kebaikan dunia dan akherat bersama ilmu, sebagaimana kejahatan dunia dan akherat karena kebodohan"(Al Hadis)

"Barang siapa mati kerika sedang mencari ilmu untuk menghidupkan islam, disurga ia sederajat di bawah para Nabi"(Al Hadis)

"Alkimia adalah satu-satunya seni yang mampu menyempurnakan dan mencerahkan, tidak saja ilmu kedokteran tetapi juga filsafat umum"(Isaac Barrow, 1630-1677)

"Hadapi dengan senyuman semua yang terjadi biar terjadi, hadapi dengan tenang jima semua 'kan baik-baik saja"(Ahmad Dhani)

"Bila tak mungkin jalan tol, jadilah anda jalan setapak. Bila tak mungkin mentari, jadilah anda bintang. Berhasil atau gagal bukan ukuran. Apapun jua jadilah yang terbaik"(Douglas Malloch)

"Kehidupan seperti belunggu yang terbuat dari berbagai mata rantai. Kesedihan adalah sebuah rantai emas di antara penaklukan kepada masa kini dan masa harapan yang diperoleh di masa depan"(Kahlil Gibran)

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkah, rahmat dan hidayahNya serta shalawat dan salam semoga selalu terlimpahkan kepada junjungan kita Nabi besar Muhammad SAW, keluarga, sahabat, 'ulama dan para pengikut yang selalu menjaga ajaran-ajarannya.

Berkat kemurahan Allah pula sehingga pada saat ini penulis dapat menyelesaikan penelitian dengan judul **“Penentuan Logam Timbal, Tembaga Dan Kromium Pada Debu Jalan Malioboro Jogjakarta Dengan Spektrofotometri Serapan Atom”**. Adapun maksud penelitian ini adalah sebagai syarat untuk menyelesaikan mata kuliah skripsi serta untuk memenuhi salah satu syarat mencapai gelar sarjana Sains program studi Kimia pada Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia Jogjakarta. Untuk itu tidaklah berlebihan kiranya apabila pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Jaka Nugraha, M.Si., selaku Dekan FMIPA UII.
2. Rudi Syahputra, M.Si., selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA UII.
3. Drs. Allwar, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I.
4. Is Fatimah, M.Si, selaku Dosen Pembimbing II.
5. Seluruh staf Laboratorium Jurusan Kimia FMIPA UII.
6. Laboratorium Kimia Analitik UGM Jogjakarta.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Motto.....	iii
Halaman Persembahan.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Intisari.....	vii
Abstrak.....	viii
Daftar Isi.....	ix
BAB I Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II Tinjauan Pustaka.....	5
BAB III Dasar Teori.....	9
3.1 Udara.....	9
3.2 Logam Berat.....	10
3.3 Timbal (Pb).....	12
3.4 Tembaga (Cu).....	15
3.5 Kromium (Cr).....	17
3.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).....	19

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang

Masalah lingkungan dan pencemaran lingkungan pada hakekatnya bukan masalah yang baru. Pada abad ke-13 Ratu Inggris pindah dari London ke Nottingham karena tidak tahan udara London yang penuh asap. Pada abad ini, industri makin meluas di penjuru dunia. Pencemaran makin meluas meliputi udara, air dan tanah. Zat-zat pencemar yang terdiri gas dan asap yang berbahaya dan cairan limbah yang banyak mengandung logam-logam berat sangat potensial mengganggu kesehatan dan kelangsungan hidup manusia (Ratih, 1994).

Udara merupakan faktor yang penting dalam kehidupan, namun dengan meningkatnya pembangunan fisik kota dan pusat-pusat industri, kualitas udara telah mengalami perubahan. Udara yang dulunya segar, kini kering dan kotor. Hal ini bila tidak segera ditanggulangi, perubahan tersebut dapat membahayakan kesehatan manusia, kehidupan, hewan serta tumbuhan .

Debu merupakan partikel padat hasil penghancuran benda organik maupun an organik yang mempunyai ukuran sangat kecil. Pencemaran udara karena partikel debu biasanya menyebabkan penyakit pernapasan kronis seperti bronkitis kronis, emfisema paru, asma bronchial dan bahkan kanker paru. Sedangkan bahan pencemar gas yang terlarut dalam udara dapat langsung masuk ke dalam tubuh sampai ke paru-paru yang pada akhirnya diserap oleh sistem peredaran darah (Soedomo, 2001).

↓ Jogjakarta merupakan kota yang sangat padat penduduknya. Pembangunan fisik kota dan melonjaknya produksi kendaraan bermotor mengakibatkan peningkatan kepadatan lalu lintas dan hasil produksi sampingan. Pencemaran udara yang diakibatkan oleh asap kendaraan bermotor dan partikel debu sudah sangat terasa. Jalan Malioboro yang merupakan tempat dilaluinya kendaraan bermotor, mobil, angkutan umum mengakibatkan udara di kawasan itu tercemar oleh polusi yang disebabkan oleh gas buang dari knalpot dan mesin motor. Gas buang yang diakibatkan oleh mesin motor meningkatkan pencemaran dan udara makin tidak bersih.

Timbal (Pb) banyak dihasilkan dari gas buang mesin mobil, truk dan bus dengan bahan bakar bensin yang dicampur dengan *tetra etil lead* ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$). Percampuran itu dilakukan untuk menghindari *anti knocking* pada mesin motor bakar sehingga keawetan mesin dapat terjaga. Apabila bensin di dalam mesin sudah terbakar, partikel- partikel senyawa timbal akan dikeluarkan di udara dalam wujud timbal oksida. ↓ Akibat yang tidak menguntungkan bagi manusia adalah jika debu yang terserap pernapasan terus menumpuk akan mengakibatkan gangguan pembentukan hemoglobin sehingga orang yang terkena dapat menderita anemia. ✓

Tembaga (Cu) masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam. Unsur ini dapat bersumber dari peristiwa pengikisan dari batuan mineral. Sumber lain adalah debu-debu dan partikulat padat yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan.

Kromium (Cr) telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Logam ini digunakan sebagai bahan pelapis pada berbagai peralatan, mulai dari

peralatan rumah tangga sampai ke mobil. Sumber masuknya logam Cr ke dalam strata lingkungan yang umum diduga paling banyak adalah kegiatan-kegiatan rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilitas bahan bakar, penguapan cat, butiran-butiran semen yang dibawa udara. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel yang ada di udara akan dibawa turun oleh air hujan. (Palar, 1994).

Untuk mengetahui beberapa pencemaran logam berat di udara dapat dilakukan analisis logam berat pada debu. Debu, asap kendaraan atau partikel-partikel yang beterbangan di kawasan jalan Malioboro dihisap dengan menggunakan vakumkliner. Debu-debu tersebut akan menempel pada kertas filter sehingga dapat diketahui kadar total logam Pb, Cu dan Cr pada debu melalui analisa spektrofotometri serapan atom. Alat AAS ini dipilih karena metode ini mempunyai ketelitian sampai tingkat runut, tidak memerlukan pemisahan pendahuluan dan memiliki kecepatan analisis yang sangat tinggi. Perolehan absorbansi maksimum diukur dengan menggunakan metode kurva kalibrasi. Masing-masing sampel diukur absorbansinya sesuai dengan penambahan konsentrasi larutan standar.

1.2 Perumusan masalah

Dari latar belakang permasalahan di atas maka dapat diambil rumusan masalah yaitu:

1. Apakah terdapat logam Pb, Cu dan Cr pada sampel debu di kawasan jalan Malioboro Jogjakarta ?
2. Berapakah kadar total logam Pb, Cu dan Cr pada sampel debu di kawasan jalan Malioboro Jogjakarta ?

1.3 Tujuan penelitian

1. Untuk mengetahui adanya logam berat Pb, Cu dan Cr pada debu di kawasan jalan Malioboro Jogjakarta.
2. Untuk mengetahui besarnya kandungan logam Pb, Cu dan Cr pada debu di kawasan jalan Malioboro Jogjakarta.

1.4 Manfaat penelitian

Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat (pembaca) tentang kandungan logam Pb, Cu dan Cr yang terdapat pada debu di kawasan jalan Malioboro Jogjakarta.
2. Menambah pengalaman dan pengetahuan bagi peneliti tentang kandungan logam-logam berat di udara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Undang-undang no 4 /1982 mengenai ketentuan-ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup, yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah masuknya bahan-bahan asing atau zat-zat asing di udara dalam jumlah dan waktu tertentu dan dapat menyebabkan perubahan komposisi udara bersih sehingga menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup dan barang-barang berharga lainnya.

Penelitian Hadi, 1988 tentang penentuan kadar CO, SO₂ dan partikel Pb di udara dilakukan di beberapa tempat kota Yogyakarta sebagai salah satu indikator dalam penentuan pencemaran udara di sekitar lokasi. Pada penentuan kadar CO ditentukan dengan indikator khusus, untuk kadar SO₂ dengan menggunakan spektrofotometer sinar tampak dan dalam penentuan partikel Pb menggunakan AAS. Analisa yang dilakukan pada bulan November sampai Desember 1987 di empat lokasi yaitu perempatan wirobrajan, perempatan sekip, perempatan kantor pos besar dan perempatan pingit. Diperoleh hasil sebagai berikut: Kadar partikel Pb berkisar antara $7,354 \cdot 10^{-2} \mu\text{gr}/\text{m}^3$ udara- $14,318 \cdot 10^{-2} \mu\text{gr}/\text{m}^3$ udara, kadar SO₂ berkisar antara 0,0020 ppm - 0,051 ppm sedang CO diperoleh hasil antara 3,00ppm - 12,00 ppm.

Penelitian yang dilakukan Mabes polri bekerja sama dengan Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia (FKUI) tahun 1995 menunjukkan ada 70% polisi lalu lintas yang bertugas di jalan raya sering mengeluh pusing, lelah dan mual. Selain itu, dari penelitian diketahui kualitas sperma mereka umumnya di bawah normal. Selain mengganggu fungsi reproduksi, timbal yang bersifat racun jika terakumulasi di otak akan menghambat pertumbuhan otak terutama pada anak-anak. Akibatnya tingkat kecerdasan (IQ) anak akan rendah (Ikawati, 2000).

Penelitian Rachman, 2003 tentang analisis timbal di udara secara kolorimetri dengan menggunakan dithizone dimulai dengan pengambilan sampel menggunakan alat hisap HVS dengan debit aliran 500 L/menit selama 24 jam. Partikel timbal dianalisis dengan proses ekstraksi menggunakan dithizone sebagai pengompleks sehingga terbentuk kompleks Pb-dithizonat yang berwarna merah bata dan diukur serapannya pada panjang gelombang 510 nm secara spektrofotometri dengan spektronik 20 D dengan hasil : sampel I Absorbansi: 0,017; sampel II Absorbansi: 0,009; sampel III Absorbansi 0,010; sampel IV Absorbansi 0,014; sampel V Absorbansi 0,015. Dari hasil perhitungan terhadap faktor debit dengan lamanya pengambilan sampel diperoleh konsentrasi timbal (μg) dalam sampel untuk tiap m^3 adalah sebagai berikut : Sampel I konsentrasi : 0,001124 μg , Sampel II konsentrasi : 0,0005 μg , Sampel III konsentrasi: 0,000661 μg , Sampel IV konsentrasi: 0,000917 μg , Sampel V konsentrasi: 0,0009992 μg .

Penentuan logam-logam berat pada debu jalanan yang dilakukan Malsingh di Trinidad, sampel debu dikumpulkan dengan menyapu debu jalanan dan dibersihkan dari benda-benda, seperti plastik, batu-batuan, pecahan-pecahan gelas,

BAB III

DASAR TEORI



3.1 Udara

Udara merupakan campuran gas yang terdiri atas banyak komponen dan terdistribusi secara luas. Udara merupakan bagian dari atmosfer yang berisi oksigen yang diperlukan oleh manusia, hewan, tumbuh-tumbuhan dan jasad hidup yang lain. Atmosfer juga merupakan sumber karbondioksida yang sangat diperlukan oleh tumbuh-tumbuhan dan merupakan penyumbang uap air. Para ilmuwan menduga 95 % kehidupan di bumi disokong oleh lapisan atmosfer yang tebalnya kurang dari 2 mil (Ratih, 1994).

Pada dasarnya penyebab polusi udara serupa dengan polusi air.

Pencemaran udara ialah jika udara di atmosfer dicampuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh jelek terhadap organisme hidup. Jumlah pengotoran ini cukup banyak sehingga tidak dapat di absorpsi atau dihilangkan.

Dilihat dari ciri fisik, bahan pencemar dapat berupa :

- a. Partikel (debu, aerosol, timah hitam)
- b. Gas (CO, NO_x, SO_x, H₂S, Hidrokarbon)
- c. Energi (suhu dan kebisingan)

Berdasarkan dari kejadian, terbentuknya pencemar terdiri dari :

- a. Pencemar primer (yang diemisikan langsung oleh sumber) dan

- b. Pencemar sekunder (yang terbentuk karena reaksi di udara antara berbagai zat)

Pencemar utama (*major air pollutants*) yaitu golongan oksida karbon (CO , CO_2), oksida belerang (SO_2 , SO_3), oksida nitrogen (N_2O , NO , NO_3), senyawa hasil reaksi foto kimia, partikel (asap, debu, asbestos, metal, minyak, garam sulfat), senyawa inorganik (asbestos, HF , H_2S , NH_3 , H_2SO_4 , HNO_3), hidrokarbon (CH_4 , C_4H_{10}), unsur radioaktif (Tritium, Radon), energi panas (suhu) dan kebisingan. Sedangkan pencemar sekunder misalnya, peroxy radical dengan oksigen akan membentuk ozon dan nitrogen dioksida berubah menjadi nitrogen monoksida dengan oksigen dan sebagainya.

Dampak pencemaran udara :

Pencemaran udara pada dasarnya berbentuk partikel (debu, aerosol, timah hitam) dan gas (CO , NO_x , SO_x , H_2S , Hidrokarbon). Udara yang tercemar dengan partikel dan gas ini dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang berbeda tingkatan dan jenisnya, tergantung dari macam, ukuran dan komposisi kimiawinya.

Gangguan tersebut terutama terjadi pada fungsi faal dari organ tubuh seperti paru-paru dan pembuluh darah atau menyebabkan iritasi pada mata dan kulit (Soedomo, 2001).

3. 2 Logam Berat

Istilah logam biasanya diberikan kepada semua unsur-unsur kimia dengan ketentuan atau kaidah-kaidah tertentu. Unsur ini dalam kondisi suhu kamar tidak

1. Beracun
2. Tidak dapat atau dihancurkan oleh organisme hidup
3. Dapat diakumulasi di dalam tubuh organisme termasuk manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung

3.3 Timbal (Pb)

Timbal atau timah hitam dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum* dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2 gram/mol (Palar, 1994). Timbal adalah logam yang berwarna abu-abu kebiruan dengan rapatan yang tinggi (11,48 g/ml pada suhu kamar). Ia mudah melarut dalam asam nitrat yang sedang pekatnya (8M) dan terbentuk juga nitrogen oksida. Kebanyakan garam timbal hanya larut sebagian dalam air dan beberapa diantaranya misalnya PbSO_4 atau PbCrO_4 tidak larut. Garam larut yang umum adalah $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dan $\text{Pb}(\text{CO}_2\text{Me})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ yang terionisasi tidak sempurna di dalam air (Vogel, 1994).

Logam timbal atau Pb mempunyai sifat-sifat yang khusus seperti berikut:

1. Merupakan logam yang lunak, sehingga dapat dipotong dengan menggunakan pisau atau dengan tangan dan dapat dibentuk dengan mudah.
2. Merupakan logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering digunakan sebagai bahan coating.
3. Mempunyai titik lebur rendah, hanya $327,5^\circ\text{C}$.

4. Mempunyai kerapatan yang lebih besar dibandingkan dengan logam-logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
5. Merupakan penghantar listrik yang tidak baik (Palar, 1994).

3.3.1 Pb di udara

Emisi Pb dalam lapisan atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan partikulat.

Emisi Pb yang masuk dalam bentuk gas, terutama sekali berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil samping dari pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan. Pb yang merupakan hasil samping dari pembakaran ini berasal dari senyawa $(\text{CH}_3)_4\text{-Pb}$ dan $(\text{C}_2\text{H}_5)_4\text{-Pb}$ yang selalu ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor dan berfungsi sebagai anti ketuk (anti knock) pada mesin-mesin kendaraan.

Disamping itu, dalam bahan bakar kendaraan bermotor biasanya ditambahkan pula bahan *scavenger*, yaitu etilen dibromida ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Br}_2$) dan etilen diklorida ($\text{C}_2\text{H}_4\text{Cl}_2$). Senyawa ini dapat mengikat residu Pb yang dihasilkan setelah pembakaran, sehingga di dalam gas buangan terdapat senyawa Pb dengan halogen.

Bahan additive yang biasa dimasukkan ke dalam bahan bakar kendaraan bermotor pada umumnya terdiri dari 62% tetraetil-Pb, 28% 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 musnahnya Pb dalam peristiwa pembakaran pada mesin menyebabkan jumlah Pb yang dibuang ke udara melalui asap buangan kendaraan menjadi sangat tinggi.

Senyawa tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb dapat diserap oleh kulit. Hal ini disebabkan kedua senyawa tersebut dapat larut dalam minyak dan lemak. Sedangkan dalam lapisan udara terametil-Pb terurai dengan cepat karena adanya sinar matahari. Tetraetil-Pb akan terurai membentuk trietil-Pb, dietil-Pb dan monoetil-Pb. Semua senyawa uraian dari tetraetil-Pb tersebut memiliki bau yang spesifik seperti bau bawang putih, sulit larut dalam minyak akan tetapi semua senyawa turunan ini dapat larut dengan baik dalam air. Senyawa-senyawa Pb dalam keadaan kering dapat terdispersi di dalam udara, sehingga kemudian terhirup pada saat bernafas dan sebagian akan menumpuk di kulit dan/ atau terserap oleh daun tumbuhan.

Sumber-sumber lain yang menyebabkan Pb dapat masuk ke udara ada bermacam-macam. Diantaranya sumber alternatif ini yang tergolong besar adalah pembakaran batu bara, asap dari pabrik-pabrik yang mengolah senyawa alkil-Pb. Pb-oksida, peleburan bijih Pb dan transfer bahan bakar kendaraan bermotor. Karena senyawa alkil-Pb yang terdapat dalam bahan bakar tersebut dengan mudah menguap (Palar, 1994).

3.3.2 Keracunan logam Pb

Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman, udara dan perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit.

Sebagian besar dari Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru. Tingkat penyerapan itu sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel dari senyawa Pb yang ada dan volume udara yang mampu dihirup pada saat peristiwa bernafas berlangsung. Makin kecil ukuran partikel debu serta makin besarnya volume udara yang mampu terhirup maka akan semakin besar pula konsentrasi Pb yang diserap oleh tubuh. Logam Pb yang masuk ke paru-paru melalui peristiwa pernafasan akan terserap dan berikatan dengan darah, paru-paru untuk kemudian diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh (Palar, 1994).

Kadar timbal yang tinggi di udara dapat mengganggu pembentukan sel darah merah. Gejala keracunan dini mulai ditunjukkan dengan terganggunya fungsi enzim untuk pembentukan sel darah merah, yang pada akhirnya dapat menyebabkan gangguan kesehatan lainnya seperti anemia, kerusakan ginjal dan lain-lain (Soedomo, 2001).

3.4 Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia *cupprum* dilambangkan dengan Cu. Unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur kimia, tembaga menempati posisi dengan nomor atom (NA) 29 dan mempunyai bobot atau berat atom (BA) 63,546 gram/mol (Palar, 1994).

Tembaga adalah logam merah muda yang lunak, dapat ditempa dan liat. Ia melebur pada 1038 °C. Ia tak larut dalam asam klorida dan asam sulfat encer. Meskipun dengan adanya oksigen ia bisa larut sedikit. Asam Nitrat yang sedang pekatnya (8 M) dengan mudah melarutkan tembaga (Vogel, 1990).

bijih Cu dan pengelasan logam-logam yang mengandung Cu. Hal ini disebabkan kedua kegiatan tersebut merupakan pekerjaan yang paling banyak melepaskan debu-debu dan atau uap Cu yang berasal dari pekerjaan yang melibatkan garam-garam Cu atau logam Cu seperti pekerjaan laboratorium, tidak begitu banyak melepaskan debu atau uap Cu ke udara.

3.4.2 Keracunan Cu

Bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu-debu Cu yang dapat mengakibatkan kematian. Garam-garam klorida dan sulfat dalam bentuk terhidrasi yang sebelumnya diduga mempunyai daya racun paling tinggi ternyata memiliki daya racun yang lebih rendah dari debu-debu Cu.

Pada manusia efek keracunan utama yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernafasan sebelah atas. Efek keracunan yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap Cu adalah terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung. Kerusakan itu merupakan akibat dari gabungan sifat iritatif yang dimiliki oleh debu atau uap Cu tersebut (Palar, 1994).

3.5 Kromium (Cr)

Logam kromium murni tidak pernah ditemukan di alam. Logam ini di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Cara lain untuk mendapatkan logam kromium dengan memanfaatkan reaksi eksotermis. Pada reaksi eksotermis ini campuran yang dibentuk dari logam Al cair dan Cr_2O_3 ini diaduk-aduk sehingga bisa didapatkan logam Cr sampai 94%.

Berdasarkan pada sifat-sifat kimianya, logam Cr dalam persenyawaannya mempunyai bilangan oksidasi 2^+ , 3^+ dan 6^+ . Logam ini tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan logam Cr teroksidasi dalam jumlah sedikit sekali. Kromium merupakan logam yang sangat mudah bereaksi dengan nitrogen, karbon, silica dan boron.

Kromium telah dimanfaatkan secara luas dalam kehidupan manusia. Logam ini banyak digunakan sebagai bahan pelapis (*plating*) pada bermacam-macam peralatan, mulai dari peralatan rumah tangga sampai ke mobil Cr juga banyak dibentuk untuk menjadi *Alloy*. Bentuk *Alloy* dan Cr sangat banyak dan juga mempunyai fungsi pemakaian yang sangat luas dalam kehidupan.

Persenyawaan lain yang dapat dibentuk dengan menggunakan logam Cr seperti senyawa-senyawa Dikromat sangat banyak digunakan dalam perindustrian. Kegunaan umum yang dikenal dari senyawa-senyawa kromat adalah pencelupan, fotografi, zat warna, sebagai bahan peledak dan sebagai geretan (korek api) serta masih banyak lagi kegunaan lainnya.

Dalam bidang obat-obatan, bentuk lain dari kromium juga banyak digunakan Radioisotop Kromium dalam bentuk ^{51}Cr yang dapat menghasilkan sinar gamma hemoglobin. Isotop ini juga banyak digunakan sebagai penjinak sel tumor tertentu (Palar, 1994).

3.5.1 Cr di udara

Logam Cr masuk ke dalam semua strata lingkungan, strata perairan, tanah, ataupun udara (lapisan atmosfer), sumber-sumber masukan logam Cr ke dalam

strata lingkungan yang umum diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian rumah tangga dan dari pembakaran serta mobilitas bahan bakar.

Dari pembakaran yang dilakukan terhadap batu bara akan dilepaskan Cr ke udara sebesar 10 ppm, sedangkan dari pembakaran minyak bumi akan dilepaskan Cr ke udara sebesar 0,3 ppm. Disamping itu debu-debu dan partikel-partikel yang ada di udara akan dibawa turun oleh air hujan (Palar, 1994).

3.5.2 Keracunan Cr

Daya racun yang dimiliki oleh logam Cr ditentukan oleh valensi ionnya. Ion Cr^{6-} merupakan bentuk logam yang paling banyak dipelajari sifat racunnya, sifat racun disebabkan oleh logam ini juga dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis.

Tingkat daya racun yang disebabkan oleh logam kromium tidak sama pada semua makhluk hidup. Daya racun itu lebih ditentukan oleh masing-masing individu untuk menetralkan bahan-bahan beracun yang masuk ke dalam tubuhnya. Pada percobaan yang dilakukan ditemukan akumulasi Cr yang tidak semua organ-organ tubuh setiap hewan percobaan (Palar, 1994).

3.6 Spektrofotometri Serapan Atom

3.6.1 Pendahuluan

Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrometri atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel. Beberapa sistem telah dipakai untuk menghasilkan uap atom, diantaranya : nyala dan atomisasi elektrottermal.

Secara ideal fungsi dari atomisasi (source) adalah:

1. Mengubah sembarang jenis sampel menjadi uap atom fasa-gas dengan sedikit perlakuan atau tanpa perlakuan awal.
2. Melakukan seperti pada point satu, untuk semua elemen (unsur) dalam sampel pada semua level konsentrasi.
3. Agar diperoleh kondisi operasi yang identik untuk setiap elemen dan sampel.
4. Mendapatkan sinyal analitik sebagai fungsi sederhana dari konsentrasi tiap-tiap elemen, yakni agar gangguan (interferensi) dan pengaruh matriks (media) sampel menjadi minimal.
5. Memberikan analisis yang teliti (precise) dan tepat (accurate).
6. Mendapatkan harga beli, perawatan dan pengoperasian yang murah.
7. Memudahkan operasi.

Nyala sebagai sumber uap atom

Setiap alat spektrometri atom akan mencakup dua komponen utama sistem introduksi sampel dan sumber (source) atomisasi. Untuk kebanyakan instrumen sumber atomisasi ini adalah nyala dan sampel di introduksikan dalam bentuk larutan. Sampel masuk ke nyala dalam bentuk aerosol. Aerosol biasanya dihasilkan oleh *Nebulizer* (pengabut) yang dihubungkan ke nyala oleh ruang penyemprot (*chamber spray*).

Jenis nyala

Ada banyak variasi nyala yang telah dipakai bertahun-tahun untuk spektrometri atom. Namun demikian yang saat ini menonjol dan dipakai secara luas untuk pengukuran analitik adalah udara-asetilen dan nitrous oksida-asetilen.

Dengan kedua jenis nyala ini, kondisi analisis yang sesuai untuk kebanyakan analit (unsur yang dianalisis) dapat ditentukan dengan menggunakan metode-metode emisi, absorpsi dan juga fluoresensi.

1. Nyala udara-asetilen

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

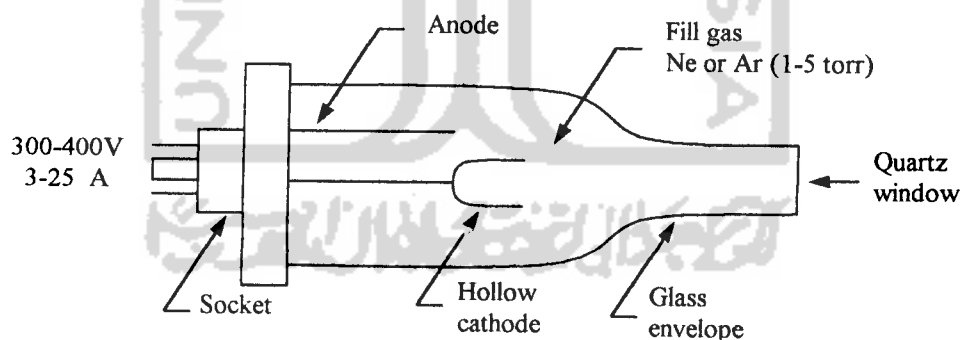
2. Nitrous oksida-asetilen

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

Tabel 1 Nyala yang biasa dipakai dalam spektrometri emisi, absorpsi dan fluoresensi atom serta suhu nyalanya.

Oksidan	Bahan bakar	Suhu maksimum °C
Udara	Asetilen	2250
Nitrous oksida	Asetilen	2955
Udara	Gas batubara	1825
Udara	Propana	1725
Udara	Hidrogen	2045
Udara/argon	Hidrogen	1577
Oksigen	Gas alam	2740
Oksigen	Hidrogen	2677
Oksigen	Asetilen	3060
Oksigen/helium	Asetilen	2812
Oksigen	Cyanogen	4500

pada kedua elektroda tersebut sehingga atom gas pada anoda terionisasi. Ion positif ini dipercepat ke arah katoda dan ketika menabrak katoda menyebabkan beberapa logam pada katoda terpental dan berubah menjadi uap. Atom yang teruapkan ini karena tabrakan dengan ion gas yang berenergi tinggi, tereksitasi ke tingkat energi elektron yang lebih tinggi; ketika kembali ke keadaan dasar atom-atom tersebut memancarkan sinar dengan λ yang karakteristik untuk unsur katoda tersebut. Berkas sinar yang diemisikan bergerak melalui nyala dan berkas dengan λ tertentu yang dipilih dengan monokromator akan diserap oleh uap atom yang ada dalam nyala yang berasal dari sampel. Sinar yang diabsorpsi paling kuat biasanya adalah sinar yang berasal dari transisi elektron ke tingkat eksitasi terendah. Sinar ini disebut garis resonansi.



Gambar 2. Diagram skematik lampu katoda cekung

Sumber radiasi lain yang sering digunakan adalah "*Electrodless discharge lamp*". Lampu ini mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan HCL, tetapi mempunyai output radiasi lebih tinggi dan biasanya digunakan untuk analisis

3.6.5 Optimasi Peralatan AAS

Beberapa optimasi peralatan Spektrofotometri Serapan Atom adalah sebagai berikut :

1. Menghidupkan peralatan AAS dan memilih % transmisi.
2. Memilih lampu halokatoda dan meletakkan pada AAS.
3. Optimasi arus lampu halokatoda.
4. Optimasi lebar celah (*slit width*).
5. Memeriksa kedudukan lampu terhadap fokus slit
6. Optimasi panjang gelombang (λ).
7. Set monokromator untuk memberikan sinyal maksimum.
8. Memilih nyala udara tekan-asetilen.
9. Optimasi kecepatan udara tekan.
10. Optimasi kecepatan asetilen.
11. Optimasi burner agar memberikan absorbansi maksimum.

3.7 Hipotesis

Berdasarkan uraian latar belakang permasalahan dan teori maka diduga bahwa sampel debu yang diambil dari Jalan Malioboro Jogjakarta mengandung logam timbal, tembaga dan kromium.

dibiarkan dingin pada suhu ruang. Larutan kuantitatif dipindahkan pada sebuah labu ukur 25ml dan volumenya disesuaikan dengan ditambah aquabidest sampai volume tersebut. Sampel selanjutnya dianalisis dengan AAS untuk penentuan Pb, Cu dan Cr.

4.2.4 Pembuatan larutan standar Pb, Cu dan Cr

Larutan standar Pb, Cu dan Cr dibuat dari spektrosol 1000 ppm menggunakan pipet mikro, kemudian divariasi berbagai konsentrasi. Data pembuatan larutan standar dapat dilihat pada lampiran 1. Untuk menganalisis unsur Pb, Cu dan Cr dalam debu dibuat larutan standar:

- a. Larutan Pb dengan konsentrasi 0,0 ppm, 1,0 ppm, 2,0 pm, 4,0 pm dan 8,0 ppm.
- b. Larutan Cu dengan konsentrasi 0,0 ppm, 2,5 ppm, 5,0 pm, 7,5 pm dan 10,0 ppm.
- c. Larutan Cr dengan konsentrasi 0,0 ppm, 2,5 ppm, 5,0 pm, 7,5 pm dan 10,0 ppm.

Kemudian dianalisis pada AAS untuk mendapat kurva standar masing-masing unsur dan untuk perhitungan unsur Pb, Cu dan Cr dalam sampel debu disajikan pada lampiran 3.

4.2.5 Analisis Pb, Cu dan Cr pada AAS

Diukur absorbansi dari masing-masing larutan standar dan larutan cuplikan, kemudian dibuat kurva kalibrasi yaitu absorbansi versus konsentrasi dan ditentukan konsentrasi Pb, Cu dan Cr dalam cuplikan dengan regresi linear.

Tabel 2. Hasil optimasi alat Spektrofotometri Serapan Atom

Parameter	Unsur logam			Satuan
	Pb	Cu	Cr	
Panjang gelombang	283,3	324,8	357,9	nm
Laju alir asetilen	2,0	1,5	3,0	L/menit
Laju alir udara	4,0	5,0	6,0	L/menit
Kuat arus lampu katoda	10,0	9,0	12,0	mA
Cekung (HCL)				
Lebar celah	0,7	0,7	0,7	mm

5.2 Sampling

Penelitian ini sampel yang digunakan adalah debu yang diperoleh di Jalan Malioboro Jogjakarta. Sampel diambil menggunakan vakumkliner di lima lokasi: pertigaan utama, depan moll (pertigaan), depan kantor gubernur, depan pasar bringharjo dan perempatan kantor pos Jalan Malioboro Jogjakarta. Sebelumnya saringan atau filter vakumkliner diganti dengan kertas filter fiber. Vakumkliner diletakkan di samping jalan (trotoar) selama ± 6 jam dari pukul 10.00- 16.00 WIB.

Jarak kelima lokasi sekitar ± 200 meter dari satu lokasi ke lokasi yang lain yaitu pada lokasi tempat padatnya arus kendaraan bermotor, mobil , bus; tempat parkir kendaraan bermotor ; tempat pemberhentian bus, kendaraan bermotor dan mobil.

Dalam pengambilan sampel perlu diperhatikan kondisi cuaca, suhu, waktu dan arus lalu lintas karena akan menentukan banyaknya debu yang menempel atau tersedot oleh vakumkliner

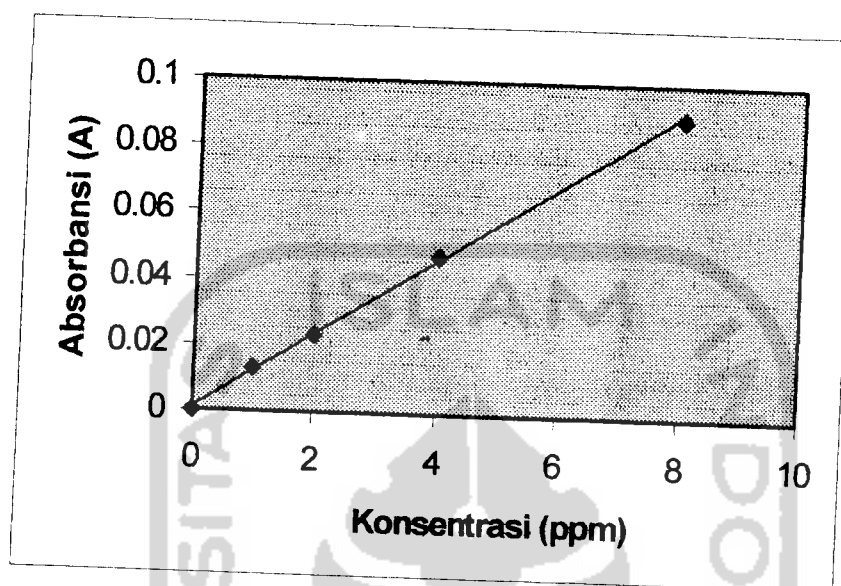
5.3 Kurva Kalibrasi

Kurva standar dibuat berdasarkan hukum Lambert-Beer, yaitu $A=a.b.c$. Absorbansi (A) sebagai ordinat dan konsentrasi sebagai absis. Maka a dan b adalah konstanta yang harga perkaliannya ditunjukkan oleh slope. Dengan membuat kurva absorbansi lawan konsentrasi larutan standar, akan diperoleh kurva garis lurus. Penarikan garis lurus dilakukan melalui perhitungan regresi linear yaitu $Y=ax+b$.

Hubungan linear antara x dan y dapat diketahui melalui harga koefisien korelasinya (r). Pada umumnya $r = 0,999$ berarti kurva linear memiliki slope positif (Miller dan Miller, 1988, dalam Widowati M.D., 1989).

5.3.1 Larutan standar timbal

Larutan standar timbal dibuat dengan konsentrasi 0,00; 1,00; 2,00; 4,00 dan 8,00 ppm yang kemudian dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom dimulai dari 0,00 ppm sampai 8,00 ppm, sehingga didapatkan absorbansi masing-masing larutan standar, yang kemudian dibuat kurva kalibrasi absorbansi versus konsentrasi. Hasil absorbansi larutan standar timbal selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2. Kurva kalibrasi larutan standar timbal konsentrasi versus absorbansi disajikan dalam gambar 4.

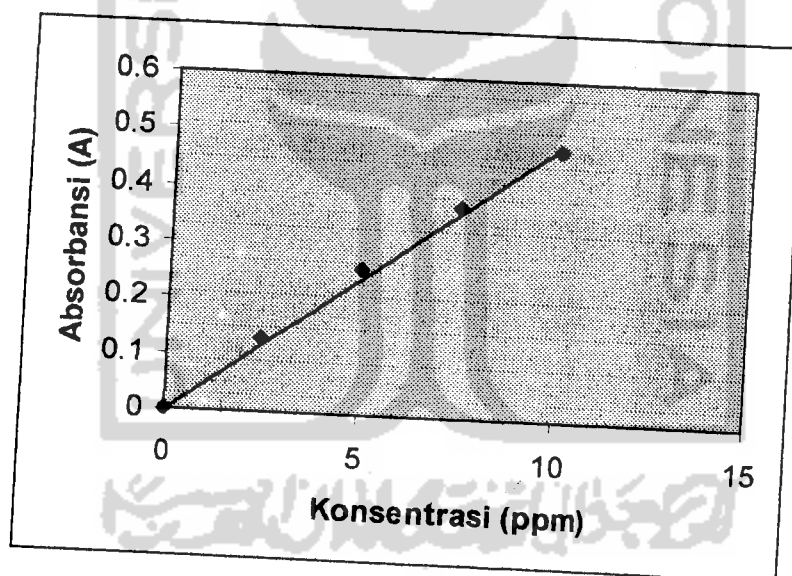


Gambar 4. Kurva kalibrasi larutan standar Pb

Dari data di atas, didapatkan kurva kalibrasi standar linear, sehingga didapatkan persamaan $y = bx + a$, yaitu $y = 0.0112x + 0.001$ dengan $r = 0.99964$. Dimana y adalah absorbansi, b adalah slope, x adalah konsentrasi dan a adalah intersep. Dari persamaan regresi linear larutan standar timbal terlihat bahwa koefisien pada kolom intersep 0,256, lebih besar dari tingkat signifikan 0,00. Sehingga intersep tidak berpengaruh secara signifikan. Sedangkan slope probabilitas 0,00 lebih kecil dibanding taraf signifikan sebesar 0,05, maka slope berpengaruh secara signifikan. Sehingga persamaan regresi menjadi $y = 0,0112x$. Persamaan regresi ini akan digunakan untuk menentukan konsentrasi Pb pada sampel.

5.3.2 Larutan standar tembaga

Larutan standar tembaga dibuat dengan konsentrasi 0,00; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10,0 ppm yang kemudian dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom dimulai dari 0,00 ppm sampai 10,0 ppm, sehingga didapatkan absorbansi masing-masing larutan standar, yang kemudian dibuat kurva kalibrasi absorbansi versus konsentrasi. Hasil absorbansi larutan standar tembaga selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 2. Kurva kalibrasi larutan standar tembaga konsentrasi versus absorbansi disajikan dalam gambar 5.



Gambar 5. Kurva kalibrasi larutan standar Cu

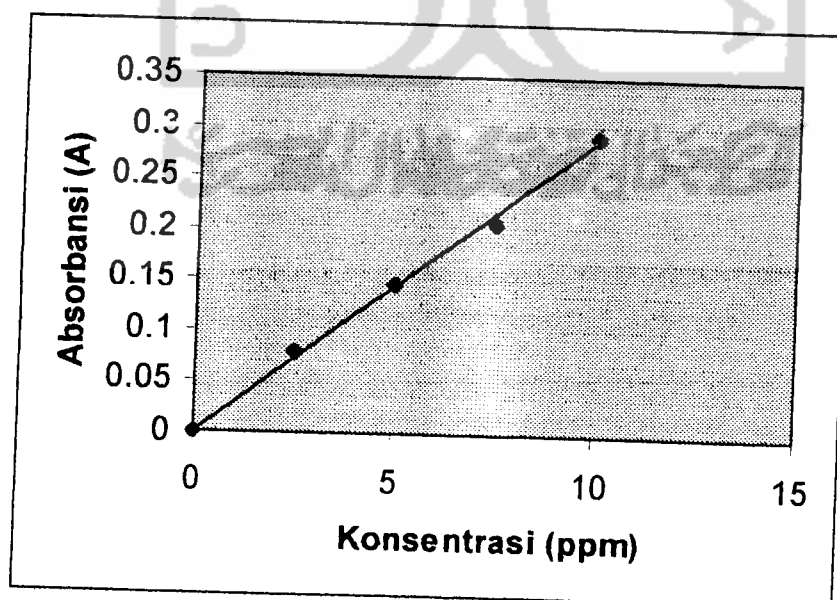
Dari data di atas, didapatkan kurva kalibrasi standar linear, sehingga didapatkan persamaan $y = bx + a$, yaitu $y = 0.04796x + 0.0084$ dengan $r = 0.99883$. Dimana y adalah absorbansi, b adalah slope, x adalah konsentrasi dan a adalah intersep. Dari persamaan regresi linear larutan standar tembaga terlihat bahwa koefisien pada kolom intersep 0,381, lebih besar dari tingkat signifikan 0,00.

Sehingga intersep tidak berpengaruh secara signifikan. Sedangkan slope probabilitas 0,00 lebih kecil dibanding taraf signifikan sebesar 0,05, maka slope berpengaruh secara signifikan. Sehingga persamaan regresi menjadi $y=0,04796x$.

Persamaan regresi ini menentukan konsentrasi Cu pada sampel.

5.3.3 Larutan standar kromium

Larutan standar kromium dibuat dengan konsentrasi 0,00; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10,0 ppm yang kemudian dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom dimulai dari 0,00 ppm sampai 10,0 ppm, sehingga didapatkan absorbansi masing-masing larutan standar, yang kemudian dibuat kurva kalibrasi absorbansi versus konsentrasi. Hasil absorbansi larutan standar kromium selengkapanya dapat dilihat pada lampiran 2. Kurva kalibrasi larutan standar kromium konsentrasi versus absorbansi disajikan dalam gambar 6.



Gambar 6. Kurva kalibrasi larutan standar Cr

Dari data di atas, didapatkan kurva kalibrasi standar linear, sehingga didapatkan persamaan $y = bx + a$, yaitu $y = 0.02848x + 0.0024$ dengan $r = 0.99862$. Dimana y adalah absorbansi, b adalah slope, x adalah konsentrasi dan a adalah intersep. Dari persamaan regresi linear larutan standar kromium terlihat bahwa koefisien pada kolom intersep 0,681, lebih besar dari tingkat signifikan 0,00. Sehingga intersep tidak berpengaruh secara signifikan. Sedangkan slope probabilitas 0,00 lebih kecil dibanding taraf signifikan sebesar 0,05, maka slope berpengaruh secara signifikan. Sehingga persamaan regresi menjadi $y = 0,02848x$. Persamaan regresi ini menentukan konsentrasi Cr pada sampel.

Absorbansi larutan standar yang akan digunakan sebagai data dari persamaan regresi linear untuk membuat kurva kalibrasi dapat dilihat pada lampiran 2.

5.4 Penentuan kandungan Timbal, Tembaga dan Kromium dalam debu dengan Spektrofotometri Serapan Atom

Dalam melakukan analisis suatu unsur logam dalam suatu sampel dengan menggunakan metode spektrofotometri serapan atom, sampel harus dalam bentuk larutan dan biasanya membutuhkan destruksi untuk memecah ikatan Pb, Cu dan Cr dengan unsur lain dalam sampel.

Preparasi sampel adalah salah satu langkah yang penting dalam analisis unsur-unsur mikro yang menggunakan pengukuran spektrofotometri serapan atom dan voltametri (Yang, 1990). Pemilihan metode preparasi sampel sangat mempengaruhi hasil yang akan didapatkan nantinya. Sebagai destruktornya

preparasi sampel debu digunakan asam-asam kuat yaitu akuaregia, asam perklorat dan asam nitrat.

Penambahan asam-asam tersebut perlu diwaspadai atau dikontrol, dikawatirkan jika larutan terlalu asam maka dapat merusak alat Spektrofotometri Serapan Atom. Sehingga perlu dilakukan pengenceran dengan menggunakan akuabides. Larutan yang stabil dapat langsung dianalisis dengan SSA, sehingga akan diperoleh absorbansi dan konsentrasi pada larutan sampel debu.

Dalam menganalisis konsentrasi suatu logam di dalam suatu sampel ternyata semua elemen ataupun komponen dalam hal ini logam yang tidak ingin kita amati dapat menyebabkan kenaikan ataupun penurunan konsentrasi logam yang ingin dianalisis, untuk itu perlu dilakukan pengenceran larutan sampel untuk menurunkan konsentrasi logam-logam yang tidak diinginkan tersebut pada tingkatan yang tidak menyebabkan gangguan yang signifikan.

Hasil perhitungan kadar Pb, Cu dan Cr pada debu dikawasan Jalan Malioboro Jogjakarta dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Hasil perhitungan kadar Pb, Cu dan Cr debu di Jalan Malioboro
Jogjakarta.

No	Kode sampel	Berat sampel (gram)	Kandungan logam ($\mu\text{g/g}$)		
			Pb	Cu	Cr
1	A	0,3	$520,83 \pm 10,64$	$656,75 \pm 10,85$	$49,15 \pm 3,35$
2	B	0,3	$342,25 \pm 18,47$	$52,95 \pm 1,23$	$24,56 \pm 3,35$
3	C	0,3	$200,83 \pm 10,58$	$52,13 \pm 3,73$	$15,80 \pm 7,32$
4	D	0,3	$729,16 \pm 0,00$	$476,08 \pm 10,84$	$80,75 \pm 3,02$
5	E	0,3	$31,25 \pm 5,65$	$82,50 \pm 1,20$	$14,03 \pm 1,45$

Keterangan : Kode sampel A : Pertigaan jalan utama Malioboro

Kode sampel B : Depan Mall (pertigaan)

Kode sampel C : Depan kantor Gubernur (pertigaan)

Kode sampel D : Depan Pasar Bringharjo

Kode sampel E : Perempatan Kantor Pos

Perhitungan penentuan kadar Timbal, Tembaga dan Kromium selengkapnya dapat dilihat dalam lampiran 3.

Hasil analisis debu dikawasan Jalan Malioboro Jogjakarta terdapat perbedaan kandungan logam Pb, Cu dan Cr pada kelima sampel. Kadar timbal pada kelima sampel debu dikawasan Jalan Malioboro berkisar antara $31,25 \pm 5,65$ ($\mu\text{g/g}$) – $729,16 \pm 0,00$ ($\mu\text{g/g}$). Jumlah kadar yang diperoleh dihasilkan dari logam yang berasal dari asap kendaraan bermotor maupun mobil-mobil yang melintas dikawasan tersebut, disamping itu juga debu-debu yang beterbangan di daerah

tersebut. Kawasan Jalan Malioboro adalah kawasan yang sangat padat dengan kendaraan bermotor. Asap pada knalpot kendaraan bermotor telah dilepaskan Pb di udara hal ini berlangsung terus menerus sepanjang hari, sehingga kandungan Pb diudara naik secara sangat mencolok sekali. Sehingga polusi udara dikawasan Jalan Malioboro sudah sangat terasa.

Pada tabel hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar Pb untuk lokasi B, C dan D lebih besar dibandingkan dengan kadar logam yang lain tetapi pada lokasi A dan E Pb lebih kecil dibandingkan dengan logam Cu, karena pada lokasi A yaitu di pertigaan jalan utama Malioboro tersebut tempat ini memang padat oleh arus kendaraan bermotor tetapi pengaruh logam Cu yang lebih banyak dari logam Pb karena di lokasi jalan ini banyak sekali debu-debu yang berasal dari tanah yang ada di sekitar jalan tersebut. Debu yang berasal dari tanah maupun pecahan-pecahan benda organik ini dimungkinkan mengandung paling banyak partikel-partikel logam Cu. Begitu juga untuk lokasi E yaitu di perempatan kantor pos tempat pemberhentian kendaraan bermotor, logam Pb yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan lokasi yang lain, hal ini bisa dikarenakan karena pada waktu pengambilan sampel arus kendaraan di tempat ini tidak begitu padat, cuaca yang tidak begitu panas ($\pm 37-40^{\circ}\text{C}$), hanya debu-debu jalanan saja yang beterbangan sehingga logam Pb lebih kecil.

Untuk lokasi B, C dan D logam Pb lebih besar terdapat pada lokasi D karena tempat ini kepadatan lalu lintas lebih besar dibandingkan dengan lokasi lain. Banyaknya kendaraan bermotor, bus dan mobil yang berhenti dan parkir serta aktifitas manusia di daerah ini menyebabkan pencemaran logam Pb lebih

besar, disamping itu juga kadar logam Cu dan logam Cr lebih besar dibandingkan dengan lokasi-lokasi lainnya.

Sumber-sumber yang menyebabkan Pb dapat masuk di udara yaitu berasal dari buangan gas kendaraan bermotor. Emisi tersebut merupakan hasil samping dari pembakaran yang terjadi dalam mesin-mesin kendaraan. Keracunan yang ditimbulkan oleh persenyawaan logam Pb dapat terjadi karena masuknya persenyawaan logam tersebut ke dalam tubuh. Sebagian besar dari Pb yang terhirup pada saat bernafas akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-paru. Kadar timbal yang tinggi di udara dapat mengganggu pembentukan sel darah merah, yang akhirnya dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti anemia, kerusakan ginjal, epilepsi dan halusinasi.

Kadar Cu pada debu dikawasan Jalan Malioboro Jogjakarta berkisar antara $52,13 \pm 3,73$ ($\mu\text{g/g}$) – $656,75 \pm 10,85$ ($\mu\text{g/g}$), Kelima sampel memiliki jumlah kadar yang jauh berbeda, hanya lokasi A dan D yang lebih besar kadar logam tembaganya, hal ini disebabkan karena disekitar jalan ini kawasannya berdebu dan cuaca yang sangat panas ($\pm 40-51^\circ\text{C}$) juga pengaruh kecepatan angin dikawasan tersebut, sehingga dapat mempengaruhi banyaknya debu maupun logam Cu yang tersedot dalam vakumkliner.

Sumber-sumber logam Cu masuk ke dalam strata lingkungan Malioboro yang umum dan diduga paling banyak adalah dari partikulat-partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara, logam Cu yang dibawa di udara oleh debu-debu yang melayang di sekitar Jalan Malioboro maupun yang berasal dari daerah diluar

wilayah Malioboro dan dapat juga dari penguapan-penguapan yang berasal dari kabel-kabel listrik dan telepon yang ada di sekitar jalan tersebut.

Bentuk tembaga yang paling beracun adalah debu-debu Cu. Pada manusia efek keracunan utama yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap logam Cu adalah terjadinya gangguan pada jalur pernapasan. Efek keracunan yang ditimbulkan akibat terpapar oleh debu atau uap Cu adalah terjadinya kerusakan atropik pada selaput lendir yang berhubungan dengan hidung. Kerusakan itu merupakan akibat dari gabungan sifat iritatif yang dimiliki oleh debu atau uap Cu.

Kadar Cr pada debu dikawasan Jalan Malioboro Jogjakarta berkisar antara $14,03 \pm 1,45$ ($\mu\text{g/g}$) – $80,75 \pm 3,02$ ($\mu\text{g/g}$). Kelima sampel memiliki jumlah kadar yang tidak terlalu besar dibandingkan dengan logam Pb dan Cu, karena logam Cr tidak dapat teroksidasi oleh udara yang lembab dan bahkan pada proses pemanasan cairan logam Cr teroksidasi dalam jumlah sedikit sekali. Pengaruh suhu dan cuaca yang terlalu panas sangat mempengaruhi penguapan logam Cr di udara. Pada lokasi A dan D kadar logam Cr lebih besar, seperti yang telah dijelaskan didepan lokasi ini arus kendaraan sangat padat. Logam Cr masuk ke dalam strata lingkungan, tanah ataupun udara diduga paling banyak adalah dari kegiatan-kegiatan perindustrian rumah tangga, pembakaran minyak bumi, disamping itu debu-debu dan partikel-partikel yang terdapat dikawasan Malioboro. Penguapan dari cat-cat kendaraan bermotor, mobil dan bus yang parkir ataupun yang melintas dikawasan Malioboro sangat memungkinkan banyaknya Cr yang teroksidasi oleh udara dan menyebabkan pencemaran yang semakin meningkat dikawasan tersebut. Untuk lokasi B dan C tempat ini sering

digunakan untuk parkir kendaraan bermotor sehingga logam Cr banyak dihasilkan dari penguapan-penguapan cat kendaraan. Lokasi E kadar logam Cr lebih kecil, kadar logam Cr dihasilkan dari partikel-partikel padat yang berasal dari debu-debu tanah maupun pecahan benda-benda organik yang beterbangan di daerah tersebut.

Keracunan yang diakibatkan oleh logam Cr pada manusia ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati. Tingkat keracunan Cr pada manusia diukur melalui kadar Cr dalam urin, kristal asam khromat yang sering digunakan sebagai obat kulit. Akan tetapi senyawa tersebut seringkali mengakibatkan keracunan yang fatal.

Melihat hasil penelitian yang telah dilakukan tentang kandungan Pb, Cu dan Cr pada debu di Jalan Malioboro Jogjakarta, membuktikan bahwa tingkat pencemaran udara dikawasan tersebut sangat tinggi, ini diakibatkan karena keberadaan arus lalu lintas, padatnya kendaraan, suhu yang terlalu panas ataupun aktifitas lingkungan dalam kesehariannya. Jumlah populasi kendaraan yang semakin lama meningkat menyebabkan tingkat pencemaran di Jalan malioboro akan semakin besar, sehingga untuk melindungi agar tidak terpapar oleh logam-logam berat baik yang berasal dari udara maupun debu-debu yang melayang dikawasan tersebut maka hendaklah menggunakan sleyer (masker), jaket ataupun tutup kepala (topi) untuk meminimalkan cemaran logam-logam berat yang akan mengenai tubuh kita.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sampel debu yang diambil dari Jalan Malioboro Jogjakarta mengandung logam timbal, tembaga dan kromium. Kandungan timbal, tembaga dan kromium adalah $31,25 \pm 5,65 \mu\text{g/g}$ – $729,16 \pm 0,00 \mu\text{g/g}$ untuk logam Pb, $52,13 \pm 3,73 \mu\text{g/g}$ – $656,75 \pm 10,85 \mu\text{g/g}$ untuk logam Cu, $14,03 \pm 1,45 \mu\text{g/g}$ – $80,75 \pm 3,02 \mu\text{g/g}$ untuk logam Cr.

6.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kandungan logam-logam lainnya pada debu di Jalan Malioboro Jogjakarta dengan variasi destruktur dan metoda analisis yang lain, misal : GF AAS.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, *Hand Out Pelatihan Instrumentasi Kimia*, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UGM, Yogyakarta.
- Anonim, SNI: 19-4840-1998, *Metode Pengujian Kadar Partikel Debu di Udara Secara Gravimetri Dengan Menggunakan High Volume Air Sampler (HVS)*, Balitbang Kimpraswil, Jakarta.
- Awaluddin, C., 2002, *Aanlisa Timah Hitam (Pb) Pada Udara Dengan Metode Dithizone*, Praktik Kerja Lapangan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UII, Jogjakarta.
- Arsyad, M.N., 2001, *Kamus Kimia Arti dan Penjelasan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Bhaskin, V.N and Rudojevic, M., 1999, *Practical Environmental Analysis*, Royal Society of Chemistry, Cambridge CB4 OWF, UK.
- Delon, R.H and Millson, M., 1994,, *NIOSH/DPSE Manual of Analytical Methods*, Journal, Departement of Health Education and Welfare, Publ.
- Darmono, 1995, *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Hadi, B.S., 1988, *Penentuan Kadar CO, SO₂ dan Partikel Pb di Udara Kota Yogyakarta*, Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UGM, Yogyakarta.
- Ikawati, Y., 2000, *Selamatkan Paru-Paru Bumi*, Kompas, 22 april 2000.
- Khozanah H., 2004, *Penentuan Kandungan Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Sayuran Sawi (Brassica Juncea) Dengan Spektrofotometri Serapan Atom*, Skripsi Jurusan Kimia, FMIPA, UII, Jogjakarta.
- Malsingh, J.I., 1999, *The Determination of Heavy Metal Concentrations in Roadside Dust Particles in Trinidad*, Journal, C31F Advanced Analytical Chemistry Project Report, Trinidad.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*, Rineka Cipta, Jakarta.
- Ratih, dkk., 1994, *Sains Kimia 2b*, PT Bumi Aksara, Jakarta.

- Rachman, R.Y., 2003, *Analisis Timbal (Pb^{2+}) Di Udara Secara Kolorimetri Dengan Menggunakan Dithizone Di BTKL, PKL, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, UII, Jogjakarta.*
- Soedomo, 2001, *Pencemaran Udara*, ITB, Bandung.
- Underwood, 1996, *Kimia Analisa Kuantitatif*, Erlangga, Jakarta.
- Vogel, 1990, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*, PT Kalman Media Pusaka, Jakarta.
- Wilkinson and Cotton, 1989, *Kimia Anorganik Dasar*, Universitas Indonesia – Press, Jakarta.
- Widowati M.D.Y., 1989, *Pengaruh Penyimpanan Terhadap Kandungan Fe, Zn, Sn dan Pb dalam Corned Beef*, Skripsi, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gajah Mada, Jogjakarta.

Lampiran 1

Pembuatan Larutan Standar Timbal, Tembaga dan Kromium

1. Larutan standar timbal

Pembuatan larutan standar dengan konsentrasi 0,00; 1,00; 2,00; 4,00; 8,00 ppm dari larutan standar spektrosol 1000 ppm.

- a. Larutan standar spektrosol Pb 1000 ppm menjadi 1 ppm dalam labu ukur 25 ml.

$$\begin{aligned} V_1 \cdot M_1 &= V_2 \cdot M_2 \\ V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} &= 25 \text{ ml} \cdot 1 \text{ ppm} \\ V_1 &= 0.025 \text{ ml} \end{aligned}$$

0.025 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- b. Larutan standar spektrosol Pb 1000 ppm menjadi 2 ppm dalam labu ukur 25 ml.

$$\begin{aligned} V_1 \cdot M_1 &= V_2 \cdot M_2 \\ V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} &= 25 \text{ ml} \cdot 2 \text{ ppm} \\ V_1 &= 0.05 \text{ ml} \end{aligned}$$

0.05 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- c. Larutan standar spektrosol Pb 1000 ppm menjadi 4 ppm dalam labu ukur 25 ml.

$$\begin{aligned} V_1 \cdot M_1 &= V_2 \cdot M_2 \\ V_1 \cdot 1000 \text{ ppm} &= 25 \text{ ml} \cdot 4 \text{ ppm} \\ V_1 &= 0,1 \text{ ml} \end{aligned}$$

0,1 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- d Larutan standar spektrosol Pb 1000 ppm menjadi 8 ppm dalam labu ukur 25ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 8 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,2 \text{ ml}$$

0,2 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

3. Larutan standar tembaga

Pembuatan larutan standar dengan konsentrasi 0,00; 2,50; 5,00; 7,50; 10,0 ppm dari larutan standar spektrosol 1000 ppm.

- a. Larutan standar spektrosol Cu 1000 ppm menjadi 2,5 ppm dalam labu ukur 25 ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 2,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,0625 \text{ ml}$$

0,0625 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- b. Larutan standar spektrosol Cu 1000 ppm menjadi 5,0 ppm dalam labu ukur 25ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 5,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,125 \text{ ml}$$

0,0125 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- c. Larutan standar spektrosol Cu 1000 ppm menjadi 7,5 ppm dalam labu ukur 25ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 7,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,1875 \text{ ml}$$

0,1875 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- d. Larutan standar spektrosol Cu 1000 ppm menjadi 10 ppm dalam labu ukur 25ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ ml}$$

0,25 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

4. Larutan standar Kromium

Pembuatan larutan standar dengan konsentrasi 0,00; 2,50; 5,00; 7,50; 10,0 ppm dari larutan standar spektrosol 1000 ppm.

- a. Larutan standar spektrosol Cr 1000 ppm menjadi 2,5 ppm dalam labu ukur 25 ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 2,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,0625 \text{ ml}$$

0,0625 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- b. Larutan standar spektrosol Cr 1000 ppm menjadi 5,0 ppm dalam labu ukur 25ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 5,0 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,125 \text{ ml}$$

0,0125 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- c. Larutan standar spektrosol Cr 1000 ppm menjadi 7,5 ppm dalam labu ukur 25ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 7,5 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,1875 \text{ ml}$$

0,1875 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

- d. Larutan standar spektrosol Cr 1000 ppm menjadi 10 ppm dalam labu ukur 25ml.

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

$$V_1 \cdot 1000\text{ppm} = 25\text{ml} \cdot 10 \text{ ppm}$$

$$V_1 = 0,25 \text{ ml}$$

0,25 ml diencerkan dengan aquabides hingga 25 ml

Lampiran 2

Asorbansi larutan standar timbal

Konsentrasi standar	Absorbansi			Rata-rata absorbansi
	I	II	III	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1,0	0,013	0,013	0,013	0,013
2,0	0,023	0,023	0,023	0,023
4,0	0,046	0,046	0,047	0,047
8,0	0,092	0,090	0,089	0,090

Asorbansi larutan standar tembaga

Konsentrasi standar	Absorbansi			Rata-rata absorbansi
	I	II	III	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,5	0,129	0,132	0,130	0,130
5,0	0,259	0,258	0,262	0,260
7,5	0,376	0,374	0,369	0,373
10,0	0,475	0,479	0,480	0,478

Asorbansi larutan standar kromium

Konsentrasi standar	Absorbansi			Rata-rata absorbansi
	I	II	III	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2,5	0,079	0,079	0,079	0,079
5,0	0,145	0,148	0,145	0,146
7,5	0,203	0,207	0,212	0,207
10,0	0,290	0,294	0,292	0,292

Lampiran 3

Absorbansi sampel debu di Jl.Malioboro Jogjakarta

No	KODE SAMPEL	PARA METER	ABSORBANSI			ABSORBANSI RATA-RATA	PENGECERAN
			I	II	III		
1	Sampel A	Cr	0,083	0,087	0,083	0,084	0,2X
2		Cu	0,375	0,380	0,378	0,378	1X
3		Pb	0,071	0,070	0,071	0,07	1X
4	Sampel B	Cr	0,043	0,043	0,039	0,042	0,2X
5		Cu	0,061	0,060	0,060	0,061	0,5X
6		Pb	0,047	0,046	0,045	0,046	1X
7	Sampel C	Cr	0,026	0,022	0,032	0,027	0,2X
8		Cu	0,061	0,061	0,058	0,06	0,5X
9		Pb	0,027	0,026	0,027	0,027	1X
10	Sampel D	Cr	0,140	0,136	0,139	0,138	0,2X
11		Cu	0,274	0,276	0,271	0,274	1X
12		Pb	0,049	0,049	0,049	0,049	2X
13	Sampel E	Cr	0,023	0,025	0,024	0,024	0,2X
14		Cu	0,095	0,095	0,094	0,095	0,5X
15		Pb	0,019	0,021	0,022	0,021	0,2X

1. Perhitungan sampel

$$\text{ppm} = \frac{a \times b \times c}{d}$$

dimana : a = konsentrasi regresi

b = volume cuplikan

c = pengenceran

d = berat sampel

1.1 Persamaan regresi linear untuk timbal $y=0.0112x$

- Sampel A $0.070 = 0.0112x$

$$X = 6.25 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{6.25 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 1X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 520.83 \mu\text{g/g}$$

- Sampel B : $0.046 = 0.0112x$

$$X = 4.107 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{4.107 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 1X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 342.25 \mu\text{g/g}$$

- Sampel C : $0.027 = 0.0112x$

$$X = 2.410 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{2.410 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 1X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 200.83 \mu\text{g/gram}$$

- Sampel D : $0.049 = 0.0112x$

$$X = 4.375 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{4.375 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 2X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 729.16 \mu\text{g/gram}$$

- Sampel E : $0.021 = 0.0112x$

$$X = 1.875 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{1.875 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.2X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 31.25 \mu\text{g/g}$$

1.2 Persamaan regresi linear untuk tembaga $y=0.04796x$

- Sampel A : $0.378 = 0.04796x$

$$X = 7.881 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{7.881 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 1X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 656.75 \mu\text{g/g}$$

- Sampel B : $0.061 = 0.04796x$

$$X = 1.271 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{1.271 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.5X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 52.95 \mu\text{g/g}$$

- Sampel C : $0.060 = 0.04796x$

$$X = 1.251 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{1.251 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.5X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 52.13 \mu\text{g/g}$$

- Sampel D : $0.274 = 0.04796x$

$$X = 5.713 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{5.713 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 1X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 476.08 \mu\text{g/g}$$

- Sampel E : $0.095 = 0.04796x$

$$X = 1.980 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{1.980 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.5X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 82.50 \mu\text{g/g}$$

1.3 Persamaan regresi linear untuk kromium $y=0.02848x$

- Sampel A : $0.084 = 0.02848x$

$$X = 2.949 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{2.949 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.2X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 49.15 \mu\text{g/g}$$

- Sampel B : $0.042 = 0.02848x$

$$X = 1.474 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{1.474 \text{ } \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.2X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 24.56 \mu\text{g/g}$$

- Sampel C : $0.027 = 0.02848x$

$$X = 0.948 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{0.948 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.2X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 15.8 \mu\text{g/gram}$$

- Sampel D : $0.138 = 0.02848x$

$$X = 4.845 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{4.845 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.2X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 80.75 \mu\text{g/g}$$

- Sampel E : $0.024 = 0.02848x$

$$X = 0.842 \text{ ppm}$$

$$X = \frac{0.842 \mu\text{g/ml} \times 25 \text{ ml} \times 0.2X}{0.3 \text{ gram}}$$

$$X = 14.03 \mu\text{g/g}$$

Kandungan Logam Timbal, Tembaga dan Kromium

Berdasarkan perhitungan yang sama diperoleh hasil kadar logam Pb, Cu dan Cr untuk masing-masing sampel sebagai berikut :

NO	KODE SAMPEL	PARA METER	KANDUNGAN LOGAM (µg/g)			KANDUNGAN LOGAM RATA-RATA
			I	II	III	
1	SAMPEL A	Pb	528,25	520,83	528,25	520,83
2		Cu	651,58	660,27	656,75	656,75
3		Cr	48,57	50,91	48,57	49,15
4	SAMPEL B	Pb	349,70	342,25	334,82	342,25
5		Cu	52,99	52,13	52,13	52,95
6		Cr	25,16	25,16	22,82	24,56
7	SAMPEL C	Pb	200,83	193,45	200,83	200,83
8		Cu	52,99	52,99	50,39	52,13
9		Cr	15,21	12,87	18,73	15,80
10	SAMPEL D	Pb	729,16	729,16	729,16	729,16
11		Cu	476,08	479,56	470,88	476,08
12		Cr	81,93	79,59	81,34	80,75
11	SAMPEL E	Pb	28,27	31,25	32,74	31,25
12		Cu	82,50	82,50	81,66	82,50
13		Cr	13,46	14,63	14,03	14,03

2. Uji Ketelitian logam timbal, tembaga dan kromium

Perlakuan sampel 3 kali pengulangan

Dimana :

N : 3

Tingkat kepercayaan 95% = 0,95

T tabel = 4,30

Sd= Standar Deviasi rata-rata sampel

$\bar{X}$ = Kandungan logam rata-rata

Rumus :

$$\bar{X} \pm T_{\text{tabel}} \times \frac{Sd}{\sqrt{3}} \quad (\text{Khozanah H., 2004})$$

Sampel A : untuk logam Pb : $520,83 \pm 4,30 \cdot \frac{4.284}{\sqrt{3}}$

$$520,83 \pm 10.64 \text{ (}\mu\text{g/g)}$$

Cu : $656,75 \pm 4,30 \cdot \frac{4.371}{\sqrt{3}}$

$$656,75 \pm 10.85 \text{ (}\mu\text{g/g)}$$

Cr : $49,15 \pm 4.30 \cdot \frac{1.351}{\sqrt{3}}$

$$49,15 \pm 3.35 \text{ (}\mu\text{g/g)}$$

Sampel B : Untuk logam Pb $342,25 \pm 4.30 \cdot \frac{7.440}{\sqrt{3}}$

$$342,25 \pm 18,47 \text{ (}\mu\text{g/g)}$$

$$\text{Cu : } 52,95 \pm 4,30 \cdot \frac{0,4965}{\sqrt{3}}$$

$$52,95 \pm 1,23(\mu\text{g/g})$$

$$\text{Cr : } 24,56 \pm 4,30 \cdot \frac{1,351}{\sqrt{3}}$$

$$24,56 \pm 3,35 (\mu\text{g/g})$$

Sampel C : Untuk logam Pb : $200,83 \pm 4,30 \cdot \frac{4,261}{\sqrt{3}}$

$$200,83 \pm 10,58 (\mu\text{g/g})$$

$$\text{Cu : } 52,13 \pm 4,30 \cdot \frac{1,501}{\sqrt{3}}$$

$$52,13 \pm 3,73(\mu\text{g/g})$$

$$\text{Cr : } 15,80 \pm 4,30 \cdot \frac{2,949}{\sqrt{3}}$$

$$15,80 \pm 7,32 (\mu\text{g/g})$$

Sampel D : Untuk logam Pb : $729,16 \pm 4,30 \cdot \frac{0}{\sqrt{3}}$

$$729,16 \pm 0 (\mu\text{g/g})$$

$$\text{Cu : } 476,08 \pm 4,30 \cdot \frac{4,368}{\sqrt{3}}$$

$$476,08 \pm 10,84 (\mu\text{g/g})$$

$$\text{Cr : } 80,75 \pm 4,30 \cdot \frac{1,216}{\sqrt{3}}$$

$$80,75 \pm 3,02 (\mu\text{g/g})$$

$$\text{Sampel E : Untuk logam Pb : } 31,25 \pm 4,30 \cdot \frac{2.276}{\sqrt{3}}$$

$$31,25 \pm 5,65 (\mu\text{g/g})$$

$$\text{Cu : } 82,50 \pm 4,30 \cdot \frac{0.485}{\sqrt{3}}$$

$$82,50 \pm 1,20 (\mu\text{g/g})$$

$$\text{Cr : } 14,03 \pm 4,30 \cdot \frac{0.585}{\sqrt{3}}$$

$$14,03 \pm 1,45 (\mu\text{g/g})$$

Kandungan Timbal, Tembaga dan Kromium dalam sampel debu

Kode sampel	Parameter	Kandungan logam dalam sampel debu ($\mu\text{g/g}$)
Sampel A	Pb	$520,83 \pm 10,64$
	Cu	$656,75 \pm 10,85$
	Cr	$49,15 \pm 3,35$
Sampel B	Pb	$342,25 \pm 18,47$
	Cu	$52,95 \pm 1,23$
	Cr	$24,56 \pm 3,35$
Sampel C	Pb	$200,83 \pm 10,58$
	Cu	$52,13 \pm 3,73$
	Cr	$15,80 \pm 7,32$
Sampel D	Pb	$729,16 \pm 0,00$
	Cu	$476,08 \pm 10,84$
	Cr	$80,75 \pm 3,02$
Sampel E	Pb	$31,25 \pm 5,65$
	Cu	$82,50 \pm 1,20$
	Cr	$14,03 \pm 1,45$

Lampiran 4

Regresi Linear Larutan Standar Timbal

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ABSORBANSI	.0346	.03543	5
KONSENTRASI	3.0000	3.16228	5

Correlations

		ABSORBANSI	KONSENTRASI
Pearson Correlation	ABSORBANSI	1.000	1.000
	KONSENTRASI	1.000	1.000
Sig. (1-tailed)	ABSORBANSI		.000
	KONSENTRASI	.000	
N	ABSORBANSI	5	5
	KONSENTRASI	5	5

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	KONSENTRASI ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: ABSORBANSI

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	1.000 ^a	.999	.999	.00110

a. Predictors: (Constant), KONSENTRASI

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.005	1	.005	4181.333	.000 ^a
	Residual	.000	3	.000		
	Total	.005	4			

a. Predictors: (Constant), KONSENTRASI

b. Dependent Variable: ABSORBANSI

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	1.000E-03	.001		1.400	.256
	KONSENTRASI	1.120E-02	.000	1.000	64.663	.000

a. Dependent Variable: ABSORBANSI

Regresi Linear Larutan Standar Tembaga

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ABSORBANSI	.2482	.18980	5
KONSENTRASI	5.0000	3.95285	5

Correlations

		ABSORBANSI	KONSENTRASI
Pearson Correlation	ABSORBANSI	1.000	.999
	KONSENTRASI	.999	1.000
Sig. (1-tailed)	ABSORBANSI	.	.000
	KONSENTRASI	.000	.
N	ABSORBANSI	5	5
	KONSENTRASI	5	5

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	KONSENTRASI ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: ABSORBANSI

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.999 ^a	.998	.997	.01059

a. Predictors: (Constant), KONSENTRASI

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.144	1	.144	1280.904	.000 ^a
	Residual	.000	3	.000		
	Total	.144	4			

a. Predictors: (Constant), KONSENTRASI

b. Dependent Variable: ABSORBANSI

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	8.400E-03	.008		1.024	.381
	KONSENTRASI	4.796E-02	.001	.999	35.790	.000

a. Dependent Variable: ABSORBANSI

Regresi Linear Larutan Standar Kromium

Regression

Descriptive Statistics

	Mean	Std. Deviation	N
ABSORBANSI	.1448	.11273	5
KONSENTRASI	5.0000	3.95285	5

Correlations

		ABSORBANSI	KONSENTRASI
Pearson Correlation	ABSORBANSI	1.000	.999
	KONSENTRASI	.999	1.000
Sig. (1-tailed)	ABSORBANSI		.000
	KONSENTRASI	.000	
N	ABSORBANSI	5	5
	KONSENTRASI	5	5

Variables Entered/Removed^a

Model	Variables Entered	Variables Removed	Method
1	KONSENTRASI ^a		Enter

a. All requested variables entered.

b. Dependent Variable: ABSORBANSI

Model Summary

Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	.999 ^a	.997	.996	.00684

a. Predictors: (Constant), KONSENTRASI

ANOVA^b

Model		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
1	Regression	.051	1	.051	1083.214	.000 ^a
	Residual	.000	3	.000		
	Total	.051	4			

a. Predictors: (Constant), KONSENTRASI

b. Dependent Variable: ABSORBANSI

Coefficients^a

Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	2.400E-03	.005		.453	.681
	KONSENTRASI	2.848E-02	.001	.999	32.912	.000

a. Dependent Variable: ABSORBANSI

Lampiran 5

Tabel 4. Standar baku mutu udara dan lamanya pengambilan sampel

No	Parameter	Waktu	Baku mutu
1	SOx	24 jam	0,10 ppm
2	NOx	24 jam	0,05 ppm
3	Debu	24 jam	0,26 mg/m ³
4	H ₂ S	30 menit	0,03 ppm
5	NH ₃	24 jam	2,00 ppm
6	Pb	24 jam	0,06 mg/m ³

Tabel 5. Standar baku mutu udara nasional menurut peraturan pemerintah pusat:

PP/RI/No.41/1999

No	Parameter	Konsentrasi
1	Sulfur dioksida (SO ₂)	900,0 µg/m ³
2	Karbon monoksida (CO)	30.000,0 µg/m ³
3	Nitrogen dioksida (NO ₂)	400,0 µg/m ³
4	Parsial debu (TSP)	230,0 µg/m ³
5	Timah hitam (Pb)	2,0 µg/m ³

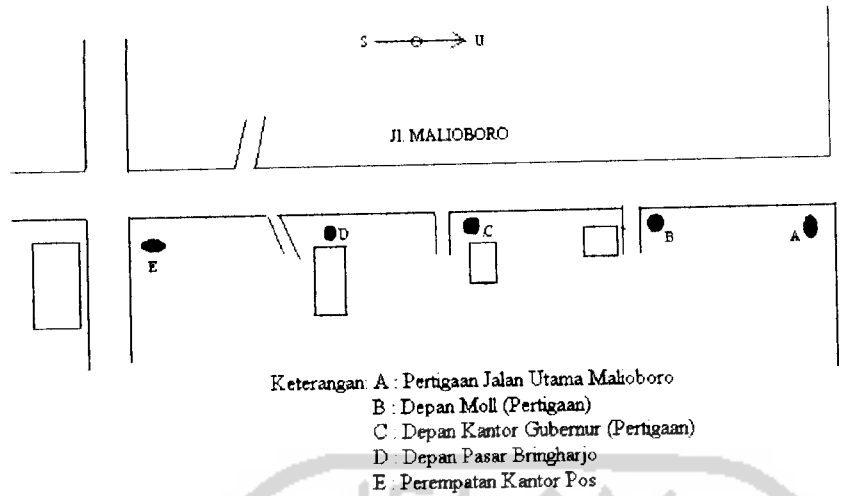
Tabel 6. Standar baku mutu berdasarkan *Occupational Exposure Limit For Chemical Agents in Spain 2004*

No	Susbtance	Adopted Limits			
		VLA-ED		VLA-EC	
		ppm	mg/m ³	ppm	mg/m ³
1	Carbon coal dust :				
	Anthracite		2		
	Bituminous		2		
2	Chromium, metal, ad inorganic compounds Cr (II) and Cr (III)		0.5		
3	Copper ; Fume		0.2		
	dust and mist, as Cu		1		
4	Metal dust, as Ta		5		
5	Oxide dust, as Ta		5		
6	Woods, except hard, dust		5		
7	Oxide: Fume		5	10	
	Dust		5		

VLA-ED : Daily Exposure Values

VLA-EC : Short Exposure Values

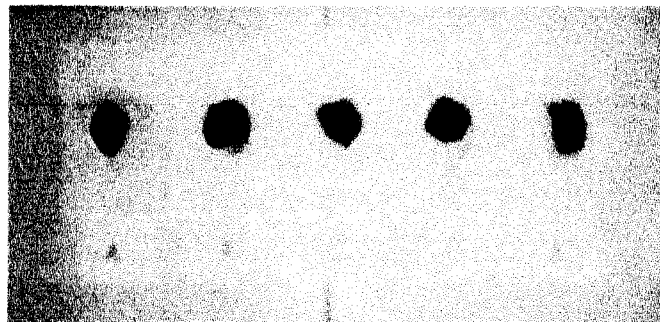
Lampiran 6



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel debu



Gambar 2. Vacuum Cleaner (Alat penyedot debu)



Gambar 3. Sampel Debu yang diambil di Jl. Malioboro YK



UNIVERSITAS GADJAH MADA

LABORATORIUM KIMIA ANALITIK

ILMU KIMIA

ILMU MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

Sekip Utara PO Box 111, 116

Yogyakarta 55281 Telp. (0274) 902740, 545181

Faks. 0274 545188

No. : 725/HA/AAS-KA/11/04

Nama Pengirim : Heru Sumarsono, Kuncen 232 RT 19/04 Jogjakarta 55253.

Jumlah sampel : 5

Penentuan : Kadar Cd, Cr, Cu, Pb dan Zn dalam sampel debu.

No	KODE SAMPel	PARA METER	HASIL PENGUKURAN (ppm)			METODE
			I	II	III	
1	Sampel A	Cd	0,107	0,107	0,080	Atomic Absorption Spect.
2		Cr	0,566	0,594	0,566	"
3		Cu	7,644	7,748	7,706	"
4		Fe	6,348	6,290	6,233	"
5		Pb	6,250	6,161	6,161	"
6		Zn	1,909	1,918	1,942	"
7	Sampel B	Cd	0,053	0,058	0,031	"
8		Cr	0,285	0,285	0,257	"
9		Cu	0,548	0,538	0,538	"
10		Fe	6,636	6,521	6,578	"
11		Pb	4,107	4,018	3,929	"
12		Zn	0,233	0,237	0,228	"
13	Sampel C	Cd	0,035	0,040	0,053	"
14		Cr	0,166	0,138	0,208	"
15		Cu	0,548	0,548	0,517	"
16		Fe	5,081	5,081	4,965	"
17		Pb	2,321	2,232	2,321	"
18		Zn	1,035	1,035	1,034	"
19	Sampel D	Cd	0,094	0,098	0,089	"
20		Cr	0,966	0,938	0,959	"
21		Cu	5,538	5,579	5,475	"
22		Fe	6,405	6,290	6,290	"
23		Pb	8,571	8,571	8,571	"
24		Zn	0,940	0,949	0,954	"
25	Sampel E	Cd	0,008	0,022	0,031	"
26		Cr	0,145	0,159	0,152	"
27		Cu	0,903	0,903	0,892	"
28		Fe	7,730	7,961	7,788	"
29		Pb	0,321	0,357	0,375	"
30		Zn	0,406	0,411	0,406	"